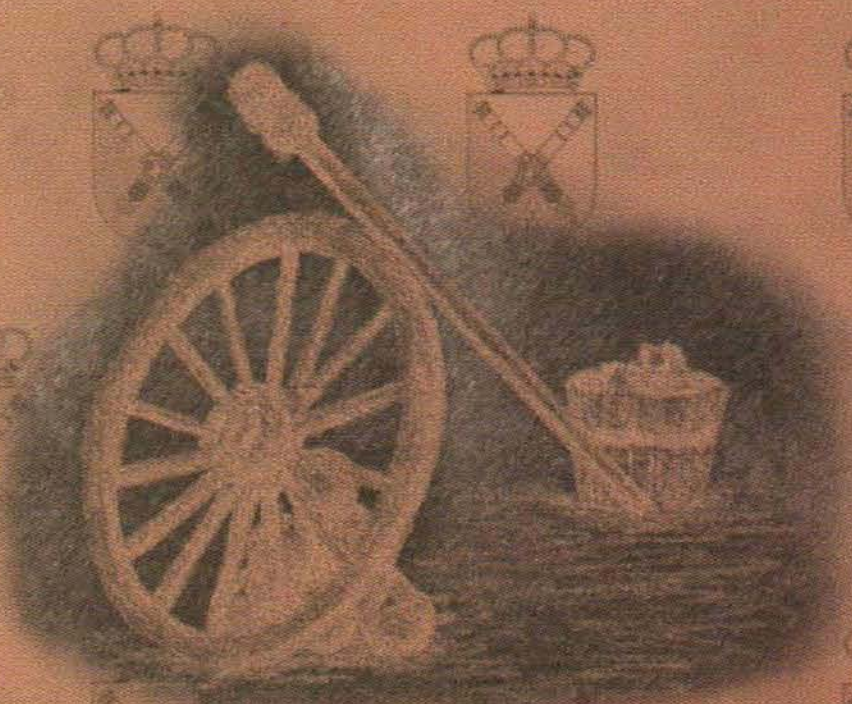


# MEMORIAL DE ARTILLERÍA

*"Todos para  
cada uno  
y cada uno  
para  
los demás"*







D. Antonio Ros de Olano

*Nace en Caracas (Venezuela) el 9 de noviembre de 1808, donde era gobernador su padre .*

*En 1814 viene a España y se instala en un pueblo de Gerona, donde permanece hasta 1817 en que se traslada a Madrid para solicitar al rey Fernando VII una plaza de alférez de infantería en la Guardia Real que obtiene. Tras participar en numerosas acciones en las guerras carlistas (fue ayudante de Espoz y Mina y de Narváez) es promovido al empleo de Teniente General (08octubre1847) por méritos antes de cumplir los cuarenta años .*

*Fue diputado y senador en muchas legislaturas desde 1838, además de director general de Artillería, Carabineros, Infantería y Administración Militar en diversos gobiernos entre 1844 y 1874, Capitán General de Madrid y Burgos, ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas. Con O'Donnell en la Guerra de África(1859-1860) mandó el III Cuerpo, obtuvo la victoria en Guad-El-Jelú por la que obtuvo el marquesado de igual nombre con grandeza de España de 1ª clase, añadiendo este título al de Conde de Almina y vizconde de Ros que ostentaba con anterioridad.*

*Participó en la revolución de 1868 y colaboró desde las filas de Sagasta, con la monarquía de Amadeo I y con la izquierda dinástica durante la restauración. Autor de novelas (El Doctor Lañuela), comedias (Ni el tío ni el sobrino), libros de memorias (Episodios militares) y poemas.*

*Inventó la prenda de cabeza que lleva su nombre (ros).*

*Muere en Madrid el 24 de julio de 1886.*

# Memorial de Artillería

FUNDADO EN EL AÑO 1844



Año 162 N.º 1. Junio de 2006

## DIRECTOR:

- Excmo. Sr. General Inspector de Artillería y Director de la Academia del Arma.

## CONSEJO DIRECTIVO:

- Excmo. Sr. General Jefe del MACA.
- Excmo. Sr. General Jefe del MACTAE.
- Excmo. Sr. General Jefe del MAAA.

## CONSEJO DE REDACCIÓN:

- Coronel Secretario del Arma
- Coronel Jefe de Estudios
- Coronel Jefe de la JEINSART.
- Coronel Jefe de la JEOMAART.
- Coronel Jefe de la JEDOCART.
- Coronel Jefe de la JIVAART.

## Redacción:

Academia de Artillería  
San Francisco, 25 • Apartado de Correos n.º 6  
40080 SEGOVIA  
Teléf.: 921-41 37 50 • Fax: 921-43 54 64

## Distribución y suscripciones:

Centro de Publicaciones  
c/. Juan Ignacio Luca de Tena, 30, 28071 Madrid  
Teléf.: 91 205 42 22  
Fax: 91 205 40 25  
Correo electrónico: publicaciones@mde.es

## Fotocomposición, diagramación e impresión:

Imprenta MINISDEF

ISSN.: 0213-6155

DEP. LEGAL: M-11728-1979

NIPO: 076-06-144-4 (edición en papel)

NIPO: 076-06-143-9 (edición en línea)



"El Memorial de Artillería es una publicación profesional. Tiene por finalidad difundir ideas y datos que, por su significación y actualidad, tengan un interés especial y resulten de utilidad para los componentes del Arma.

Con la exposición de noticias, vicisitudes y perspectivas, se logra difundir lo actual, el futuro y el pasado de la Artillería. Así se impulsan las acciones que tienen por objeto exaltar sus valores y tradiciones, relacionar a sus Unidades y a sus miembros tanto en activo como retirados.

Los trabajos publicados representan, únicamente, la opinión de sus autores."

## SUMARIO

### NOTICIAS DEL ARMA

Entrega del Premio "Francisco Ramírez de Madrid" .....	5
Relevo del Coronel Subdirector-Jefe de Estudios en la Academia de Artillería .....	20
Conmemoración del Dos de Mayo de 1808 en la Academia de Artillería .....	30
Jura o promesa ante la bandera, renovación juramento quintos del 55	31
Nuevo Jefe del MACA General de Brigada de Artillería don Tomás Rivera Moreno .....	50
Lección del Dos de Mayo de 1808 en la Academia de Artillería .....	79
II Seminario de Coroneles del Arma de Artillería .....	106

### HISTORIA

Los antiguos colosos de la Artillería III .....	6
Etimologías artilleras "cañón" y "obús" .....	21
La defensa contra misiles balísticos de teatro: el caso de España y la artillería antiaérea (2.ª parte) .....	51

### TÉCNICA

Nueva tendencia: defensa contra proyectiles cohete. De artillería y de mortero (C-RAM) .....	32
Vehículo aéreo no tripulado (UAV) .....	43
Control de fuegos en el grupo de misiles HAWK .....	62
Ejercicio de guerra electrónica Elite 2005 .....	70
Diagramas de cobertura radar .....	83
Aproximación a la planificación inteligente (I) .....	93

### DECÍA EL MEMORIAL ...HACE 100 AÑOS .....

68

### LAUREADOS

Teniente Coronel don Francisco Alfonso de Villagómez y Díaz de Quijada .....	107
--	-----

Interior portada: Batería de Montaña 1896. Óleo de Cusachs.  
Interior contraportada: Talla de Santa Bárbara que se venera en Ituro y Lama (Segovia).



## ENTREGA DEL PREMIO "FRANCISCO RAMÍREZ DE MADRID"

El pasado día 16 de marzo, en el Salón de Actos de la Academia de Artillería, se efectuó la entrega del primer Premio "Francisco Ramírez de Madrid" al Excmo. Sr. General de División, en situación de retiro, D. Frutos Heredero Ibáñez, durante el transcurso de un brillante y emotivo acto, de gran trascendencia e importancia para el Arma de Artillería. El acto fue presidido por el Excmo. Sr. General de Ejército D. Félix Sanz Roldán, Jefe del Estado Mayor de la Defensa, contando con la presencia de las autoridades civiles locales, así como de una importante representación de oficiales generales, oficiales, suboficiales, tropa profesional, alumnos, familiares y amigos que quisieron acompañar al homenajeado.

Este premio, es un justo reconocimiento a su dimensión humana y a los méritos acumulados a lo largo de una vida de servicio dedicada al arma de Artillería.





## LOS ANTIGUOS COLOSOS DE LA ARTILLERÍA III

D. JESÚS ALONSO IGLESIAS  
Coronel de Artillería

### BOMBARDA DE MAHOMET II

En nuestra investigación dedicada a sacar a la luz aquellas piezas de artillería de grandes dimensiones que aparecieron en la antigüedad en diferentes países, nos trasladamos a la Constantinopla de mediados del siglo XV, donde encontramos un cañón de colosales dimensiones conocido como "la gran bombardarda del sultán Mahomet II" o también llamada "bombarda de Urban", en honor a su fundador. Dicha bombardarda fue expresamente construida para destruir las murallas de la famosa, fastuosa y adinerada ciudad de Constantinopla que en el año 1452 constituía el último reducto del agónico imperio romano de Oriente.

A lo largo de la historia, la eterna lucha entre "espada y escudo" ha ofrecido numerosos vaivenes en la supremacía de una u otra, decantándose unas veces en favor de la espada y otras a favor del escudo. Pero si alguna vez el enfrentamiento entre ambos elementos alcanzó tintes de carácter colosal y épico fue precisamente en Constantinopla, donde a la gran capacidad destructiva de la mayor bombardarda fabricada hasta ese momento se opuso la muralla mas imponente que había rodeado a una ciudad a lo largo de los tiempos. Es en este lugar, alejado de los grandes centros de producción de cañones, como era centroeuropa, donde se funde una pieza de colosales características de destrucción cuya misión es la de doblegar la altivez de una fortaleza que, durante 10 siglos, fue capaz de repeler hasta 20 asedios de distintos pueblos confiriendo a la ciudad una bien merecida fama de inconquistable. Es en este lugar donde la confrontación entre dos formidables elementos representando "el arma y la coraza" otorgan a la poliorcética el carácter de grandiosidad, al menos en sus dimensiones, como tendremos ocasión de comprobar a lo largo de este trabajo.

Hasta su aparición, frente a los muros de Constantinopla, nadie había visto jamás una pieza de bronce con semejantes dimensiones y cuya actuación en el asedio de dicha ciudad ofreció al sultán una situación muy ventajosa, no tanto en el aspecto material como en el aspecto moral, de forma que, su participación en el desarrollo de los acontecimientos acaecidos durante el asedio a la ciudad fue muy importante, aunque su trascendencia no tuvo un carácter decisivo en el resultado de la conquista.

### ORIGEN

La gran bombardarda tiene su nacimiento en la ciudad de Adrianópolis, (en la actualidad Edirne), (Fig 1), situada al NO de Turquía y a unos 235 kilómetros de Constantinopla (la actual Estambul).

En 1362 Adrianópolis es ocupada por los turcos como colofón a un cúmulo de conquistas que se inician en el norte de África y que imparablemente van extendiéndose hasta ocupar toda Asia Menor y la actual península balcánica. Algunos años después, cuando Mahomet II se convierte en sultán



construye, en dicha ciudad, una fundición de cañones de donde salieron las mayores piezas que el sultán utilizó a lo largo de los años durante las innumerables campañas de expansión que llevó a cabo.

Una de estas enormes piezas fue la gran bombardita construida en 1452, en la citada fundición de Adrianópolis, por el maestro artillero Urban Wengerez, natural de la zona húngara de Valaquia.

El estudio de la gran bombardita de Mahomet II no quedaría completo si no analizásemos la razón principal para la que fue construida tan poderosa arma, de dimensiones tan extraordinarias y que hipotecaba, para su manejo y traslado, una gran cantidad de hombres y medios.

La razón no fue otra que conseguir derribar las imponentes murallas que rodeaban la ciudad de Constantinopla y que durante tantos siglos y tan magníficamente habían protegido la esplendorosa ciudad.

Pero, ¿Porqué motivo se construyeron unas murallas tan grandiosas que no tenían parangón en ninguna otra parte del mundo?

## LA CIUDAD

El motivo hay que buscarlo en lo que dichas murallas protegían y ello no era otra cosa que una hermosa, floreciente y rica ciudad, que a lo largo de los siglos fue adquiriendo esplendor y desarrollo gracias a su envidiable situación en el punto de paso del comercio Oriente-Occidente, llegando a convertirse en la llave del paso de dicha ruta comercial. Los relatos de las caravanas expedicionarias hablaban de una ciudad con las calles adornadas de bellas estatuas de mármol, lujosos palacios y edificios, magníficas iglesias —entre las que destaca la iglesia de Santa Sofía una joya arquitectónica de “cúpulas de oro”— así como multitud de comercios donde se exhiben tapices, sedas, bordados en oro y plata, marfiles, esmaltes etc.

La actividad de la capital del Imperio fue tal que llegó a constituirse en el referente social, político y económico de la época. Todo ello, unido a su floreciente comercio y a la gran riqueza que generaba, es más que suficiente para entender la apetencia de los distintos pueblos por conquistar y saquear la ciudad y los continuos esfuerzos de sus habitantes por preservarla mediante la construcción de sucesivas y cada vez mayores y más resistentes murallas.

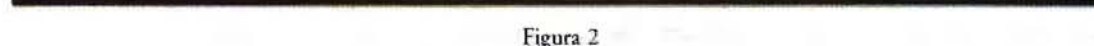
La ciudad de Constantinopla fue fundada en el año 657 A.C. por el griego Byzas, de quien recibió el nombre inicial de Bizancio. Una vez ocupado el territorio y edificada la colonia, Byzas levantó una muralla ligera que englobaba la pequeña ciudad, principalmente la Acrópolis situada en el extremo nordeste de la península (Fig. 2)

En el S. II D.C. Septimio Severo conquista la ciudad destruyendo parte de la misma así como la primitiva muralla de Byzas. El emperador romano construye en el año 203 el hipódromo que queda fuera del recinto de la anterior muralla griega. Ello unido al natural crecimiento de la ciudad obliga a construir una nueva muralla que englobe a los nuevos edificios y los proteja por tierra de cualquier incursión.



Figura 1





10



Esta inicial muralla permaneció en uso durante casi 40 años, al cabo de los cuales, debido al incremento de la población que requirió una nueva ampliación urbanística, así como a las necesidades de una mayor y más efectiva defensa de la población ante posibles ataques de pueblos que ansiaban el botín de una rica y adinerada ciudad, se vio la necesidad de construir una nueva muralla, exterior a la existente, que ofreciera una mayor resistencia defensiva y que a su vez englobara a la totalidad de la ciudad que paulatinamente había ido creciendo, desbordando la muralla de Constantino.

Las obras de la nueva muralla iniciadas en el 412 durante el mandato de Teodosio II (408-450), fueron realizadas bajo la dirección del prefecto Artemio y se completaron hacia el 447, empleando para ello miles de obreros bárbaros, probablemente godos. Aunque la muralla se acabó de construir en el S. V, como hemos mencionado, los emperadores que siguieron a Teodosio se dedicaron continuamente a su mantenimiento de forma que, siglo tras siglo, fue necesario dedicar cuantiosos esfuerzos a reparar y reconstruir los desperfectos que los numerosos asedios provocaban en la muralla.

Para comprender la magnitud y consistencia de las colosales murallas de Teodosio es conveniente resaltar que consiguieron detener los intentos de asalto llevados a cabo, durante un milenio, por pueblos como: helenos, eslavos, avaros, árabes, búlgaros, rusos, bizantinos y turcos hasta su caída en 1453 conseguida por el sultán turco Mahomet II.

## LA MURALLA

La parte costera de la muralla de Teodosio, terminada en el 430, presentaba un aspecto defensivo más débil que la correspondiente a la zona terrestre, pero esa aparente debilidad quedaba compensada por lo escarpado de la costa que ya de por sí era un obstáculo natural difícil de soslayar. Esta muralla costera discurría a lo largo de 13 kilómetros y estaba formada por un solo muro de 10 metros de altura en el que se intercalaban una gran cantidad de torres de vigilancia y defensa.

La muralla terrestre, que cerraba el tercer lado, formaba un arco a semejanza de las primitivas murallas de Byzas, Septimio Severo y Constantino y se extendía, como aquellas, desde el mar de Mármara hasta el Cuerno de Oro con una longitud de 6 kilómetros y alcanzando en su recorrido hasta el barrio de Blaquernas, (no incluido), próximo al Cuerno de Oro. Téngase en cuenta que Blaquernas era, en esa época, una zona deprimida de poco interés para la ciudad y que por ello fue rodeada por una sencilla muralla. Posteriormente se fue reforzando para mejorar su grado defensivo, espe-

### PERFIL DE LA MURALLA DE TEODOSIO

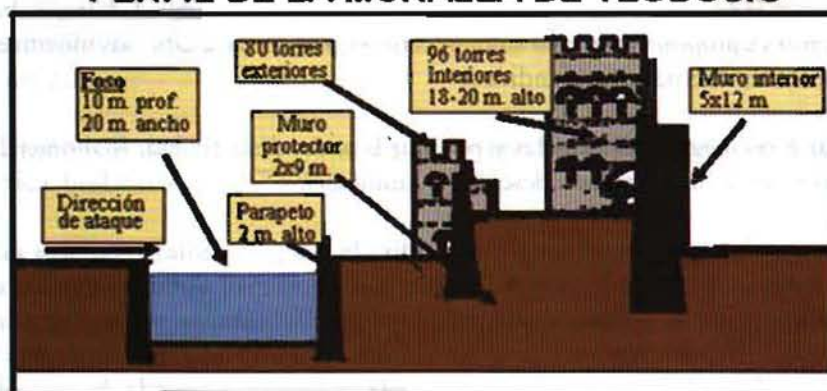


Figura 3



cialmente en los siglos IX y XII. Sin embargo nunca tuvo la perfectibilidad y consistencia del resto del recinto amurallado. Dada la magnitud de la fortificación y el importante papel que jugaron estas murallas en todos los asedios y especialmente en la resistencia que ofreció a la gran bombardita de Mahomet II, dedicaremos un somero estudio al análisis, construcción y organización de estas últimas murallas de Teodosio.

Para entender la gran dificultad que las murallas opusieron al avance y asalto de la ciudad por parte de los turcos, examinaremos las mismas en el sentido de ataque. (Fig. 3)

El primer obstáculo con que se encontraba un posible invasor, que tratara de acercarse a la ciudad, era un foso de 20 metros de ancho que podía inundarse a voluntad y que de por sí ofrecía un obstáculo natural al avance. Si a ello le añadimos que el foso terminaba en un parapeto de piedra de 2 metros de alto y que durante el trayecto el atacante estaba hostigado por el defensor, es evidente que la empresa de salvar este primer obstáculo se antojaba, cuando menos, muy dificultosa. A continuación de este primer obstáculo, y en el sentido de avance, discurría una zona de terreno llano de unos 14 metros de anchura que obligaba al atacante a recorrerlos a campo abierto, permaneciendo constantemente al descubierto y a merced de los proyectiles del defensor.

Terminado el camino se alzaba una primera línea de muralla de 9 metros de altura y 2 metros de ancho que alternaba, a lo largo de los 6 kilómetros, con unas 80 torres defensivas y de vigilancia que dominaban todo el perímetro de la misma. Ambas, muralla y torres, estaban construidas de bloques de piedra caliza reforzada con líneas de ladrillo.

Una vez rebasada esta primera línea amurallada existía una franja de terreno descubierta de unos 20 metros de ancho que ofrecía una doble particularidad: por una parte permitía al defensor realizar desplazamientos internos para acudir a las zonas de mayor actividad y por otro lado obligaba al asaltante a desplazarse por una zona descubierta y desprotegida recibiendo el acoso constante de las flechas y proyectiles del defensor. Por último, y después de esta zona abierta, se alzaba una muralla colosal formada por muros de 12 metros de altura y 5 metros de espesor que estaban reforzados a lo largo de toda su extensión por un total de 96 torres octogonales y cuadradas de hasta 20 metros de altura.

Todo este gran complejo de murallas, foso, torres y terrenos circundantes conformaban una magnífica obra defensiva y a la vez inexpugnable, siendo un verdadero trabajo de ingeniería único en su tiempo. La triple muralla presentaba un concepto revolucionario en la fortificación y un cambio considerable en la evolución de la técnica militar de defensa, dado que a diferencia de estas murallas teodosianas, la típica fortificación romana, hasta ese momento, consistía simplemente en un muro y un foso en el mejor de los casos.

Las murallas de Teodosio introducían un elemento nuevo y decisivo en la construcción clásica de las murallas cual era la existencia de corredores de mayor o menor anchura que flanqueaban los muros y que a los defensores proporcionaba, no solo un camino para llevar a cabo sus movimientos logísticos sino también, una defensa en profundidad.

Para derribar estas magníficas murallas y permitir la toma de la ciudad, Mahomet II hizo construir su gran bombardita que pasamos a describir a continuación.

## DESCRIPCIÓN

La gran bombardita de Mahomet II estaba fabricada en bronce y fundida de una sola pieza presentando una forma cilíndrica con un radio exterior máximo de 90 centímetros.



Inicialmente se fundió una pieza de considerables dimensiones que fue el modelo precursor de la gran bombardera que luego se fundiría y que causaría estupor y espanto entre los defensores de la histórica ciudad.

El proceso de fundición de la pieza nos lo describe Kritoboulos de Imbros en el año 1467 y se puede deducir que el relato es digno del mayor crédito debido a la proximidad de fechas que existe entre el desarrollo de los acontecimientos y la descripción que el historiador hace de los mismos en su libro *"Mehmet II el conquistador"*.

... "El proceso de fundición de esta máquina es de una naturaleza tan increíble que era desconocida para príncipes y generales de la época"..., afirma Dudley Pope en su obra *"Guns"*. No obstante, Urban debió aprender la técnica de algún viaje realizado a Centro Europa donde se encontraba la mejor y más avanzada escuela de fundición de artillería.

Para la fabricación del tubo, escribe Kritoboulos, se comenzó por formar una masa mezclando gran cantidad de arcilla y otros materiales como lino, cáñamo, telas, etc., que se amasó durante varios días. El trabajo resultó muy fatigoso ya que había que trabajar toda la masa reunida a fin de evitar que la adición de varios bloques produjese posteriores fisuras.

Una vez obtenida una masa bien trabajada y compactada se moldeó un cilindro de unos 10 metros de largo y un diámetro que variaba de un extremo al otro, siendo el de la parte correspondiente a la boca de 70 centímetros y el de la culata de unos 32 centímetros. Así mismo se construye otro cilindro hueco de arcilla que rodeará al anterior y se colocará alrededor de él como si fuera una funda del primero pero de forma que entre los dos quede un espacio para recibir el bronce fundido.

Una vez secas las masas de ambos cilindros se colocaron verticalmente cerrando la parte inferior y encofrando todo el conjunto con un revestimiento de piedras, maderas, hierro y tierra que rodeaba totalmente al cilindro exterior a fin de sustentarlo e impedir que el peso y la fuerza del bronce fundido pudiera resquebrajarlo o deformarlo.

Después se construyeron dos hornos refractarios a base de ladrillos y arcilla gruesa bien trabajada y se colocaron uno a cada lado de los cilindros, cerrándolos totalmente excepto dos aberturas que terminaban en dos conductos, los cuales, verterían el bronce derretido entre los dos cilindros.

Se tomaron a continuación unas 30 toneladas de bronce procedentes de la fundición de cañones menores, colocándolas en los hornos a los que se da fuego manteniéndolos encendidos durante tres días consecutivos hasta que la masa se convierte en bronce fundido y líquido como si fuera agua, momento en que los dos conductos se abren vertiendo el líquido en el molde.

Cuando el molde se ha llenado completamente se vuelven a cerrar los conductos dejando enfriar el conjunto hasta obtener una masa de bronce sólida y modelada, procediéndose a la rotura del molde y extracción del cañón.

A continuación se lleva a cabo el proceso de desbastado, lijado y pulimentado hasta que se obtiene una superficie brillante y pulida.

Por último se le practicaron a la pieza el orificio correspondiente a la mecha que inicia la deflagración de la pólvora —también llamado oído o grano de fogón— y además unas muescas al principio y final del tubo que permitían introducir unas palancas que facilitaban el manejo de la pieza haciéndola rodar y colocándola en la posición deseada.

El resultado obtenido puede verse en la figura 4.



Para comprobar la efectividad de la pieza el sultán mandó trasladarla a la torre del castillo de Rumeli Hisar, situado sobre la ribera europea del Bósforo a unos 8 kilómetros de las murallas de Constantinopla. El castillo había sido acabado de construir en agosto de 1452 y desde él se dominaba el paso del estrecho, lo que permitía prevenir, al sultán, de cualquier barco que arribara a la costa en apoyo y ayuda de los bizantinos.



Figura 4. Bombarda de Mahomet II. Museo Histórico Nacional de Artillería.- Turín

El traslado de la pieza a la torre se realizó con gran derroche de hombres, medios y tiempo pero al fin la pieza estuvo situada en la torre y el sultán quiso efectuar una prueba sobre el primer barco que acertara a pasar por la zona.

Quiso el azar, que poco tiempo después apareciese una nave veneciana mandada por el capitán Ricci que al punto sirvió de blanco al gran cañón. Se hizo fuego desde la torre y el barco fue golpeado con violencia abriéndose en su casco un enorme boquete que hizo hundir a la nave en pocos minutos.

Urban había superado su examen con éxito y el sultán satisfecho con la prueba encargó al fundidor un cañón de asedio doble que este, el más gigantesco que los anales de la artillería y de los asedios jamás habían mencionado.

Sirviendo como modelo su primera pieza, Urban fundió otra bombardita de mayores dimensiones. Para ello aprovechó y mejoró la infraestructura que conservaba de la primera bombardita y apoyado por la experiencia obtenida en la fundición de esa primera pieza construyó una segunda similar a la anterior pero el doble de grande y en un tiempo record, pues comenzó a fundirla en Octubre de 1452 y la terminó en Enero de 1453.

El sultán no cabía de gozo ante el imponente aspecto de la pieza y ansiaba probar sus efectos lo antes posible, esperando deducir, de ellos, la posibilidad de destruir las murallas y entrar victorioso en la ciudad que desde niño había soñado con dominar.

La prueba de la gigantesca pieza se llevó a cabo en una plaza despejada —llamada el espectáculo del mundo— situada delante de la puerta principal de la ciudad de Adrianópolis. La carga del enorme bolaño se efectuó con un gran esfuerzo de hombres y empleando un tiempo considerable, de forma que cuando la pieza estuvo emplazada y cargada les sorprendió el atardecer por lo que decidieron aplazar la prueba hasta el día siguiente.

Se anunció a los habitantes, mediante una proclama, que al día siguiente la pieza haría un disparo de prueba. Según Hammer, en su "historia del imperio otomano", con ello se trataba de evitar que el estruendo que produciría la explosión "...aterrorizara a las gentes e hiciera abortar a las embarazadas".



Despuntando la mañana del nuevo día, la población de Adrianópolis permanecía expectante ocupando parte de la plaza y sus alrededores esperando el gran acontecimiento. Y por fin se realizó el disparo. El humo que produjo la pólvora cubrió la ciudad entera durante varios minutos. El ruido del disparo dejó atónitos y aterrorizados a los habitantes oyéndose en un radio de 100 estadios (unos 20 kilómetros). La bola de piedra lanzada por el gran cañón alcanzó una distancia de 1 milla (1600 metros) y el impacto en tierra socavó un cráter de unos 2 metros de profundidad.

## CARACTERÍSTICAS

Las Características de la primera pieza fundida por Urban eran las siguientes:

Longitud:	420 centímetros
Calibre :	70 centímetros
Peso del tubo:	15.000 kilos
Peso del proyectil:	357 kilos

Los datos han sido proporcionados por la Sociedad de Amigos del Museo Histórico Nacional de Artillería de Turín (Italia) donde se conserva el tubo en la actualidad, estando colocado en el jardín situado frente a la fachada principal del Museo.

Las características de la segunda pieza fundida por Urban y llamada "*la gran bombardera de Mahomet II*" fueron:

Longitud:	40 palmos = 840 centímetros
Calibre:	80 centímetros.
Peso del tubo:	45 Toneladas (45.000 kilos)
Peso del proyectil:	480 kilos

Los bolaños disparados por ambas piezas se obtenían labrando la piedra extraída de las canteras de Gallipoli. (Fig. 1)

Durante el asedio de la ciudad de Constantinopla este gran cañón sufrió numerosos desperfectos fruto del enorme peso del proyectil y del uso abusivo que se hizo de la pieza ya que el sultán obligaba a disparar con él con mayor frecuencia de la que la aleación podía soportar a fin de obtener unos efectos rápidos y decisivos. Dado el estado de deterioro en que se encontraba el gran cañón al finalizar la campaña, se decidió refundirlo en otros de menor calibre, cañones estos que fueron utilizados por Mahomet II en sus posteriores campañas.

Esta colosal pieza exigía grandes esfuerzos en su manejo ya que apuntarla requería no solo elevar el tubo por medio de cuñas de diferentes tamaños sino también girarla hacia un costado u otro, lo que obviamente representaba un esfuerzo descomunal, dadas las dimensiones y el peso de la misma. A ello hay que añadir el enorme peso del proyectil que debía ser introducido en el tubo a base del esfuerzo de varios hombres de gran fortaleza lo que suponía el empleo de al menos 2 horas de manipulaciones y trabajos.

Todo ello nos da idea clara de que el número de disparos que podía realizar la gran bombardera no podía exceder de 5 ó 6 al día.

A pesar del escaso número de disparos que realizaba la pieza, era necesario refrescarla después de cada disparo, por lo que los sirvientes húngaros la frotaban con aceite, vertiendo, además, una gran cantidad dentro del tubo a fin de evitar que la acumulación de calor producido por el roce y el



esfuerzo del bolaño sobre las paredes del tubo provocasen el agrietado del mismo o se produjesen disparos prematuros provocados por el incendio de la pólvora debido al calor existente en el interior del tubo.

Después de frotarla con aceite se cubría la pieza con mantas y cobertores de lana para preservarla del calor exterior.

A propósito de su tamaño, Voltaire, en su Historia general, afirma que "...el cañón de Urban fue exagerado en sus dimensiones y que ello fue fruto de la vanidad herida de los bizantinos que justificaron su derrota en el uso de tan monstruosa máquina".

El escritor francés apoya su afirmación en las siguientes deducciones:

Si un cañón lanzara una bala de 100 kilos necesitaría una carga de impulsión de 75 kilos de pólvora, y aún así, la velocidad que imprimiría a dicho proyectil sería insignificante, ya que sólo 1/15 de la carga tomaría fuego instantáneamente.

Voltaire nos merece una gran opinión como filósofo e historiador, pero después de su apreciación no podemos menos de considerar que sus conocimientos como artillero eran como mínimo insuficientes.

Es cierto que el alcance de las piezas a mediados del S. XV, era pequeño, pues oscilaba entre 1200 y 1600 metros. Sin embargo y dado que el cañón lanzaba un proyectil, no sólo de 100 kilos sino de 480, a una distancia que incluso sobrepasaba las murallas de la ciudad, es de suponer que la velocidad inicial con que salía el proyectil puede considerarse realmente importante y suficiente.

El que sólo 1/15 de la pólvora se quemara instantáneamente no era un inconveniente para la efectividad del disparo de la pieza, al contrario, era necesario que inicialmente se quemara poca cantidad para permitir romper la inercia del proyectil para una vez en movimiento, deflagrar el resto de la pólvora que es la que, de forma progresiva, impulsará el bolaño a lo largo del tubo confiriéndole la velocidad inicial que necesitaba para obtener un alcance adecuado.

## HISTORIA

Desde el primer momento Mahomet II comprendió que el asalto a las magníficas murallas era una empresa que se le antojaba imposible a menos que dispusiera de una artillería de gran calibre que tuviera, sino la efectividad adecuada, sí la potencia suficiente como para abrir una brecha en los muros que, de forma imponente, se ofrecían a su vista.

El sultán era un gran entusiasta de la artillería y había conseguido mejorar y aumentar el parque artillero que disponía su padre Murat II. Según Mallet, Mahomet solía referirse a la artillería como: "la llave del cielo y del infierno".

Sin embargo Mahomet solo disponía de arietes, catapultas y cañones de pequeño calibre, con los que a duras penas podría ocasionar leves desperfectos en la muralla. Como dijo el general Fuller: "Mahomet fue el primer artillero de la historia y se dio cuenta que sus pequeños cañones eran completamente ineficaces contra los muros de la ciudad. Necesitaba grandes cañones que fueran capaces de lanzar bolas de piedra lo suficientemente grandes como para castigar los muros hasta que fueran derribados."

Convencido de tal necesidad requirió la presencia de su maestro de Artillería y le participó su inquietud:



¿Puedes – le dijo el sultán – fabricar un cañón capaz de lanzar un proyectil lo suficientemente poderoso como para destruir los muros de Constantinopla?

El maestro fundidor era un húngaro de Valaquia llamado Urban Wengerez que, con anterioridad, había ofrecido sus servicios a Constantino XI –último emperador del exiguo imperio romano de oriente– pero que harto de pasar hambre y no recibir la paga estipulada decidió vender sus servicios al sultán el cual le colmó de regalos y le asignó un sueldo muy superior a lo que incluso él solicitaba.

Ante la pregunta formulada por Mahomet, Urban respondió: “Yo no conozco la resistencia de los muros de Constantinopla, pero, aunque fueran más sólidos que los muros que rodean Babilonia, podría construir una pieza capaz de derribarlos”.

Mahomet era bien conocido por su desmesurada crueldad y la facilidad con que aplicaba castigos a quien le desobedecía o engañaba, por lo que la respuesta de Urban se considera como muy temeraria y no se concibe que contestara al sultán con semejante altanería y seguridad en su proyecto de construir una gran bombardita a menos que conociera, perfectamente, el procedimiento de fundición de grandes cañones así como sus efectos.

No es descabellado pensar que, Urban, como buen fundidor, hubiera recorrido algunos países de Europa donde la fabricación de cañones se encontraba más avanzada y donde ya se habían fundido piezas de gran calibre. Como ejemplos podríamos citar: la famosa DULLE GRETTE fundida en 1450 en Gante (ver memorial de Julio de 2005), la bombardita italiana llamada “TREVISANA” fundida en 1387, las dos “BOMBARDAS DE MONT SAN MICHEL” fundidas en 1420, la FAULLE METTE fundida en 1411 en Brunswick, etc.

En alguno de esos lugares, Urban habría aprendido a fundir piezas de artillería de enorme tamaño por lo que su altanería ante el sultán viene avalada por sus experiencias y conocimientos en la fundición de dichas piezas.

Mahomet acepta la palabra del fundidor y le ordena construir una pieza de gran tamaño en su fundición de Adrianópolis. Ante los grandes resultados obtenidos encarga la construcción de una segunda pieza mayor que la anterior y a la que nos referiremos en adelante.

La gran bombardita terminó de fundirse en Enero de 1453 y a primeros de Febrero, el gran cañón se puso en marcha saliendo de Adrianópolis hacia Constantinopla. Para el transporte de este destructivo ingenio fue necesario construir una plataforma formada por 30 carros unidos entre sí y arrastrado todo el conjunto por 30 pares de bueyes. A cada lado de este enorme tren marchaban 100 hombres que se encargaban de vigilar la estabilidad de la masa del cañón y ajustar continuamente las cuerdas que lo sujetaban a los carros a fin de impedir que dicha masa rodase sobre la plataforma y cayese fuera de la misma. Completaban el convoy 250 obreros que avanzaban adelantados a la pieza a fin de explanar el terreno y consolidar y reforzar los puentes por los que había de pasar la comitiva.

La expedición empleó 2 meses en recorrer la distancia de 235 kilómetros que separaban Adrianópolis de Constantinopla, lo cual representaba una media de 4 kilómetros de recorrido por día, cuando en realidad ese recorrido se hacía normalmente en 2 jornadas. Todo lo cual da idea clara de las enormes dificultades y sacrificios que conllevaba el movimiento de tal gigante por aquellos intransitables caminos.

Durante las primeras horas del alba del día 2 de Abril de 1453 aparecen a la vista de la ciudad de Constantinopla las primeras avanzadillas del ejército turco que comienzan a distribuir el terreno de acuerdo con las tropas que posteriormente irán llegando.



Tres días más tarde llega el grueso del ejército dirigido por Mahomet el cual se sitúa en el valle del Lycos y a una distancia de 400 metros de la primera muralla.

El día 7 todo el ejército turco está perfectamente desplegado y a una señal del sultán comienza una descarga de su artillería centrada sobre la 5ª puerta militar o de San Romano situada al norte del río Lycos. Frente a dicha puerta se sitúa la gran bombardas por lo que también se la conoce como "puerta del cañón" (Fig. 2)

Mahomet ha conseguido reunir frente a las murallas un total de 13 grandes cañones y 56 más pequeños, con lo que se establece el primer gran tren de artillería de la historia.

Una muestra de las grandes piezas de que disponía Mahomet podemos apreciarla en los deliciosos frescos pintados hacia 1536 en el Monasterio de la Anunciación de Moldovita en la antigua región moldava de Rumania donde en su fachada sur esta representada la toma de Constantinopla. (Fig. 5).



Figura 5

En la zona central pueden observarse un grupo de bombardas apuntando hacia las murallas de la ciudad, y que dan idea de ser tubos de grandes dimensiones a juzgar por su comparación con el resto de motivos de la pintura.

El domingo día 8 el gran cañón de Mahomet consigue, después de varios disparos, abrir un boquete en el muro con la consiguiente algaraza de los turcos y la obvia preocupación de los defensores. No obstante, esa misma noche, mujeres, niños, ancianos y algunos soldados de la ciudad, utilizando toneles, cajas de madera, piedras y cuanto pudieron encontrar se dedican a obturar la grieta abierta, de forma que a la mañana siguiente la muralla aparecía como si no hubiera sufrido el más mínimo desperfecto. Esta labor se repitió una y otra vez en cada ocasión en que la gran bombardas impactaba sobre el muro, lo que provocaba la desesperación del sultán.

No obstante, a mediados del mes de Abril, la muralla exterior presentaba multitud de desperfectos debido, sobre todo, al continuo bombardeo llevado a cabo por el gran cañón. De tal forma que esa primera muralla no ofrece ya el aspecto imponente de los primeros días.

A finales de Abril, Mahomet ordena que los cañones bombardeen el interior de las murallas obligando a muchos defensores a concentrar sus esfuerzos en apagar los incendios que se producen en la ciudad.



Como podemos comprobar, el sultán emplea todos los medios a su alcance para dispersar las tropas bizantinas en varios frentes que debiliten la zona por donde pretende llevar a cabo su esfuerzo principal: el ataque del Mesoteichon en el valle del Lycos.

Como hemos citado anteriormente, la gran bombardera solo podía efectuar 5 ó 6 disparos al día. Sin embargo esta cadencia estaba presionada por la impaciencia del sultán que deseaba derribar las murallas cuanto antes. Sea esta exigencia del sultán que obliga a realizar más disparos de los aconsejados ó sea la gran presión del bolaño sobre las paredes interiores del tubo y el calor generado por el roce o quizás ambas circunstancias, el caso es que, el día 1 de Mayo, martes, el gran cañón de Mahomet revienta alcanzando al fundidor Urban que muere junto a su magnífica pieza.

El cañón ha sufrido grandes desperfectos que lo dejan inutilizado durante unos días. Sin embargo los sirvientes se aprestan con denuedo a su reparación de tal forma que, el 6 de Mayo había quedado reparado y con su concurso al resto de los cañones el bombardeo se torna más intenso. No obstante los resultados obtenidos no respondieron a las expectativas levantadas, debido a la torpeza de los sirvientes cuya destreza ha quedado mermada al faltarles el maestro fundidor.

En eso aparece, en el campamento otomano, un artillero griego que viendo como se manejaba y apuntaba la gran pieza, aconsejó, a los sirvientes, que para poder abrir una brecha en el muro no había que impactar siempre en el mismo lugar, sino 10 metros a izquierda y derecha.

Así lo hicieron y a partir de esos momentos obtuvieron mejores resultados. A estas alturas del asedio, el objetivo de los atacantes no era el derribar las desafiantes murallas de Teodosio acabando así con el mito de inexpugnabilidad que le rodaban. Mahomet se conformaba con obtener una grieta, en cualquier parte, que permitiese la entrada en tromba de los turcos lo que provocaría la caída de la ciudad en pocos días.

El incesante bombardeo, (se calcula que fueron efectuados más de 4.000 disparos a lo largo del asalto), había provocado la caída de multitud de cascotes y piedras procedentes de la muralla, que sirvieron para cegar el foso y fabricar un camino por el que los turcos desplazaron una torre dejándola cerca del muro en posición de favorecer el asalto, actividad que ocupó a los turcos durante toda la jornada del día 18 y en la que sufrieron una respetable cantidad de bajas por el hostigamiento de los defensores situados en lo alto de la muralla.

Durante la noche del 18 al 19 de Mayo, parte de los defensores salieron subrepticamente de la muralla y utilizando barriles de pólvora destruyeron el camino e incendiaron la torre llevando a cabo, además, la limpieza del foso y reparación de las grietas de la muralla.

Al día siguiente, Mahomet comprobó con indignación que no sólo había perdido su magnífica torre sino que todo el trabajo de cegado del foso y derribo de parte de la muralla se encontraban restaurados.

La gran bombardera de Mahomet sufre tal cantidad de desperfectos que prácticamente queda inoperativa sin posibilidad de reparación. Todos los turcos desplegados en la zona próxima a la puerta de San Romano sufren una desmoralización al ver enmudecer la gran bombardera y especialmente el sultán quien había cifrado sus esperanzas en la pieza para poder derribar, o al menos abrir una grieta en la magnífica muralla.

Sin embargo dos acontecimientos sin conexión alguna entre ellos van a producir cambios sensibles en el asedio rompiendo el equilibrio que durante muchos días había sido la tónica general de la batalla mantenida sobre los muros de la gran fortaleza.



Uno de los acontecimientos es la retirada de Giovanni Giustiniani, el valeroso capitán bizantino que ha sido herido de gravedad y retirado de las almenas para ser atendido. Los defensores al ver a su capitán transportado lejos de la muralla comienzan a flaquear y retroceden desmoralizados.

El otro acontecimiento importante es el resultado de una pequeña casualidad que decanta el signo de los acontecimientos a favor de los turcos. Había ya amanecido en ese día 29 de Mayo, martes, cuando en una de las torres de Blaquernas todos pueden ver ondear la bandera turca.

¿Por dónde habían penetrado los turcos que habían colocado la bandera?

La explicación se encuentra en el postigo llamado Kerkaporta. La puerta se encuentra situada en el ángulo en que la sencilla muralla de Blaquernas se une con la magnífica muralla de Teodosio. Este postigo que había estado cerrado durante años, había sido desbloqueado por los defensores para poder salir de las murallas y llevar a cabo pequeñas escaramuzas contra los atacantes. En una de esas salidas y entradas la pequeña puerta quedó sin cerrar y al descubrirla los turcos comenzaron a penetrar por ella.

Percatado de ello el sultán lanzó en esa dirección un gran número de soldados que fueron invadiendo el camino entre las dos murallas.

Sea la furia enardecida de los asaltantes al ver franca la entrada o sea la desmoralización de los defensores al ver a los turcos dentro de la fortaleza, el caso es que los bizantinos empiezan a pensar en lo inútil de la defensa y emprenden la huida dejando el camino libre al ejército de Mahomet.

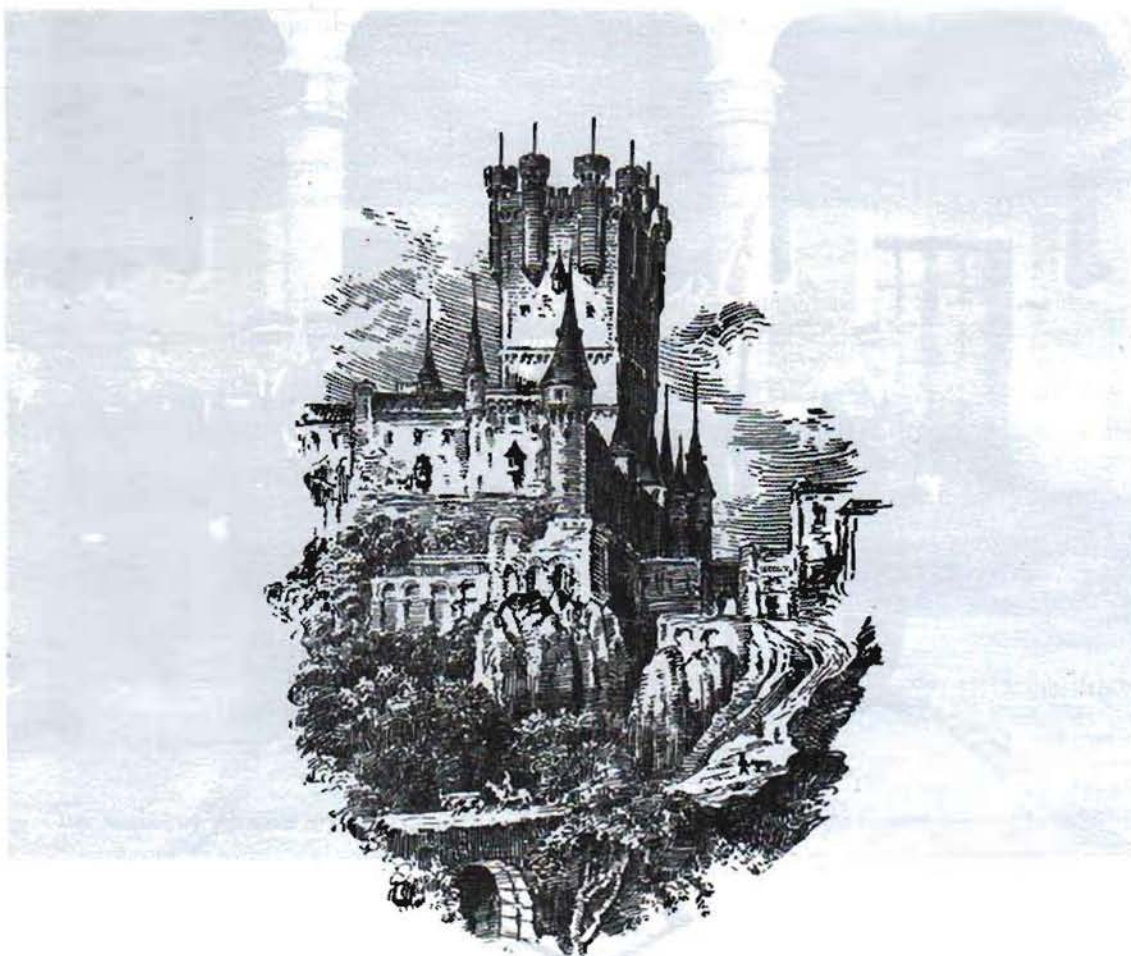
El día 29 de Mayo el ejército turco entra en la ciudad, consumándose así el fin del glorioso imperio bizantino y con ello la caída, saqueo y destrucción de la llamada "perla de la cristiandad".

## BIBLIOGRAFÍA

- BARBARO, Nicolás. Giornale dell'assedio di Constantinopoli. Viena 1856
- BRAVETTA, Ettore. La artillería desde el origen hasta nuestros días. Milano 1919
- CHALCONDYLAS, L. Hª de la decadencia del imperio griego. Trad. B. de Vigenaire. Paris 1632
- DUCAS, Miguel. Historia bizantina. Paris 1649.
- GHILHEM de Encausse. Sito de Constantinopla. Alicante 2003
- GIBBON, Edward. Decline and fall of the Roman Empire. 1896
- HAMMER, M. de. Histoire de l'empire ottoman. Paris 1839
- HUSSEY, J. Historia de Bizancio. Oxford 1955
- JACOB. Der Divan Sultan Mehemeds II. Berlin 1904.
- KRITOBOULOS. Mehmet II el Conquistador. Trad. Heinz Schmitz. Zurich 1970



- LACHOUQUE, H. Canons. Histoire illustrée de l'Artillerie. Lausana Edita 1971
- MALLET. On the physical conditions envolved in the construction of Artillery
- MORITZ MEYER, Manuel historique de la technologie des armes a feu. 1837
- POPE, Dudley. Guns. London 1917
- RUNCIMAN, Steven. La caída de Constantinopla. Madrid 1973
- SCHLUMBERGER, G. Sitio, toma y saqueo de Constantinopla. Paris 1926
- TIMMERMANS, C. Essai d'un traite d'artillerie. Lieja 1839
- VARIOS AUTORES. Cambridge Medieval History. El Imperio Romano de Oriente. Londres 1923.
- VOLTAIRE, F. Filosofía de la Historia. (Historia General). Madrid 1990





## RELEVO DEL CORONEL SUBDIRECTOR-JEFE DE ESTUDIOS EN LA ACADEMIA DE ARTILLERÍA

El pasado 1 de febrero tuvo lugar en el Patio de Orden del Acuartelamiento de San Francisco el acto de relevo de Mando de Subdirector Jefe de Estudios de este Centro.

El nuevo Coronel Subdirector-Jefe de Estudios D. Manuel Vázquez Mateos fué nombrado por Orden 562/19969/05 (BOD núm. 251)

El solemne acto fue presidido por el General Director de la Academia de Artillería D. Luis Díaz-Ripoll Isern, rindiendo honores la Unidad de Alumnos al Mando del Teniente Coronel D. Ubaldo Martínez-Falero del Pozo.





## ETIMOLOGÍAS ARTILLERAS “CAÑÓN Y OBÚS”

D. GUILLERMO FRONTELA CARRERAS  
Coronel de Artillería

### ETIMOLOGÍAS ARTILLERAS: “CAÑÓN” Y “OBÚS”

Hasta el siglo XVI las bocas de fuego se conocían con los nombres genéricos de lombardas o bombardas, truenos y tiros. A principios del siglo XVI nace la denominación cañón y en el siglo XIX se implanta el término obús para designar un tipo específico de cañón.

¿Porqué se bautizan así las piezas?, ¿En que momento se les da estos nombres?. La Etimología, como ciencia que estudia el origen de las palabras, su evolución y sus significados, nos da la respuesta.

En esta respuesta podremos comprobar que la Etimología es una ciencia viva, caprichosa y abierta, ya que mientras unas palabras tienen un origen y una evolución simples y directos, como ocurre con cañón, otras presentan orígenes y evoluciones complicados, anecdóticos o curiosos, como sucede con obús.

Cañón, etimológicamente, en cuanto a su origen, es una “boca de fuego”, y más concretamente, “cualquier boca de fuego”; semánticamente define una “determinada boca de fuego”, la que tiene ciertas dimensiones.

Obús, etimológicamente, en referencia a su origen, significa “catapulta”, que es una arma neurobálstica; semánticamente designa una arma pirobálstica y más concretamente, una “determinada clase de cañones”.

Las razones de estas divergencias y curiosidades se encuentran en la Ciencia Etimológica, como consecuencia de la aplicación de sus arbitrarias reglas.

Una de estas reglas es que palabras que nacen con un valor general o genérico, no lo conservan, necesariamente, a lo largo de su evolución, ya que a veces pueden adquirir valores particulares o específicos al ser aplicadas a una disciplina determinada.

Así, de caña, cuyo valor general primitivo es “tubo”, procede cañón, con el valor específico original de “tubo para lanzar balas” y “boca de fuego”, aplicado en la milicia solamente a determinado género de piezas.

Otra regla etimológica es que las palabras en un idioma determinado no tienen porque conservar, necesariamente, la forma y el valor que tienen en el idioma de origen; unas veces lo conservan y otras no.

Tal es el caso del vocablo obús, que procede del latín carhapulta o catapulta, nombre dado a una máquina de guerra antigua, y éste del griego katapéltes o katapólte, que quiere decir “lanzamiento hacia abajo”. Llegó al checo como houfnice, definiendo una máquina de guerra moder-



na, consistente en una "boca de fuego para el lanzamiento de proyectiles con tiro muy curvo". De aquí pasó al inglés howitzer, después al alemán haubitze y finalmente al francés obus, una vez trasladado al lenguaje escrito su fonética alemana; todos ellos con el valor de "pieza de artillería".

Veremos estos procesos del nacimiento y evolución de los vocablos cañón y obús a través del estudio etimológico de ambos términos.

## CAÑÓN

El cañón, en el léxico militar, es una pieza de artillería que lanza proyectiles con una trayectoria tensa, lo cual permite batir objetivos a larga distancia y con mucha precisión.

Sin embargo en Geografía el cañón es un "paso estrecho o garganta profunda entre dos altas montañas".

Resulta curioso que dos acepciones tan diferentes respondan a la misma palabra y todavía más curioso que ambas palabras procedan de orígenes diferentes.

### *El cañón de Artillería*

El Diccionario de la Real Academia Española define cañón como: "Pieza de artillería, de gran longitud respecto a su calibre, destinada a lanzar balas, metralla o cierta clase de proyectiles huecos". Esta es la acepción actual.

Otro de sus significados, que precede al anterior en el tiempo, es el de "Pieza hueca y larga, a modo de caña". Esta es la acepción original, en la que se incluye, precisamente la palabra caña, generadora del vocablo en cuestión.

En efecto, cañón con los valores de "pieza hueca y larga, a modo de caña" y "pieza de artillería, de gran longitud respecto a su calibre", nació como el aumentativo de caño "tubo corto de metal u otro material" y éste viene de caña "tallo de ciertas plantas, por lo común hueco y nudoso", tomado del latín *canna* "caña", "tubo".

Algunos autores afirman que asemejándose las primitivas piezas cortas a los jarros de cerveza flamencos, denominados kan, en los Países Bajos, y quenne, en los dialectos de Valenciennes y de Tournai, bien pudo derivarse de aquí el nombre de quennons para las piezas de artillería.

Anécdotas aparte, la voz cañón no fue adoptada, con probabilidad, directamente del idioma materno, sino a través de la italiana *cannone*, de donde procede también la francesa *canon*, empleada ya en el primer tercio del siglo XIV.

Aparece por primera vez en el lenguaje escrito en el Glosario de Toledo de Américo Castro, en la acepción de "cañón de la pluma", hacia el año 1400. Con el significado de "pelo recio de la barba" en el Cancionero de Baena, de fines del siglo XIV y primera mitad del XV.

En la acepción de "tubo para lanzar proyectiles" y "pieza de artillería" lo utiliza Fernández de Oviedo, en 1535. Sin embargo, su uso es anterior, lo cual no es extraño ya que el lenguaje oral normalmente precede al escrito.



Así, en el Memorial Histórico de la Artillería Española de don Ramón de Salas, la referencia más antigua que se encuentra de este término es el "cañón de a diez y siete y medio palmos de largo", de la época de Carlos I, que formaba parte del lujoso tren de Artillería que ostentó el monarca cuando fue a Valladolid en 1522.

### ***El cañón geográfico***

Sin embargo, el término cañón en referencia al "paso estrecho o garganta profunda entre dos altas montañas" o "desfiladero de un río", tiene una etimología discutida, ya que para unos autores también procede de caña y para otros de calle.

En el Diccionario de la Academia Española figura como acepción número once de cañón, como voz derivada de caño: "Paso estrecho o garganta profunda entre dos altas montañas, por donde suelen correr los ríos". De hecho es una palabra local de Méjico y de la zona de habla hispana de Norteamérica, de reciente aparición.

Pudiera tratarse de una acepción figurada de cañón "tubo", de tardía aparición, ya que una "garganta" no se puede comparar con un "tubo" ya que está abierta por arriba. No obstante podría admitirse esta etimología, semánticamente, teniendo en cuenta que primero se formó la acepción "galería de mina", en la segunda mitad del siglo XVIII.

Es llamativo que el descubridor del Gran Cañón del Colorado, Garci López de Cárdenas, en 1541, no le llamara cañón sino barranca. Asimismo, el historiador y literato español Francisco Cervantes de Salazar en la Crónica de la Nueva España, 1560-75, emplea callón: "Los callones y vueltas eran tantas, que, a no llevar por guía un indio que tuvo más memoria, no acertaran a salir".

La primera documentación sobre la palabra cañón con este valor data de 1834 y es referida por el lingüista estadounidense Kenneth Lee Pike en sus escritos.

Por todo ello, es posible la existencia de una corrupción fonética, ya que de callón se pasaría fácilmente a cañón, dada la costumbre mejicana de transformar palabras como llamar en ñamar, por el fenómeno lingüístico de la dilación nasal.

Para Corominas tiene otro origen etimológico, más verosímil. Conociéndose antiguamente como callón, es probable que derive de calle, del latín callis "sendero", "camino estrecho".

Este autor se basa en que calle originariamente significaba "camino estrecho" pero después se le dio el valor de "camino entre dos paredes", como el santanderino callejo y el catalán call, es decir "desfiladero", igual que el portugués cale. De calle también procede el castellano encallar "atascarse".

### ***Evolución histórica del término***

Los antecedentes del cañón se encuentran en las bocas de fuego denominadas lombardas, truenos y tiros. Según don Ramón de Salas en la mencionada obra, en las Cortes de Toledo, celebradas en 1406, al final del reinado de Enrique III, se decretó como Artillería precisa para la Guerra de Andalucía, un tren compuesto por seis lombardas y cien tiros menores, tren que no tenía igual en aquella época en toda Europa.

Al año siguiente, ya bajo el reinado de Juan II, mandando el ejército el Infante don Fernando de Antequera, para la campaña de ese año dispuso seis lombardas grandes y dieciséis truenos o tiros



menores. Semejantes denominaciones tenían las piezas del tren que aprestaron los Reyes Católicos para la conquista de Granada.

Hasta el siglo XV, como no había dos piezas iguales a cada una se la bautizaba con un nombre concreto, normalmente de armas antiguas, animales mitológicos o fabulosos, que hiciera honor a sus cualidades o efectos. Entre ellos había nombres heredados de armas de fuego portátiles (arcabuz, mosquete, mosqueador o mosquetón de posta); nombres de aves rapaces, caracterizadas por su velocidad de vuelo y eficacia en el ataque a sus presas (gerifalte, esmeril o esmerejón, sacre), nombres de culebras, animales que destacan por su delgadez y longitud y su sigilo y sorpresa en el ataque a sus presas (aspide, culebrina); nombres fabulosos, como dragón volante, que es un animal al que se atribuye figura de serpiente muy corpulenta, con pies y alas, y de extraña fiereza y voracidad, y serena, que es una ninfa marina o sirena.

Parecía que la lista de nombres exóticos para bautizar las piezas de artillería no iba a tener fin, por lo que se decidió seguir llamándolas con un nombre genérico, al que se le añadiría un apellido para su diferenciación. Ese nombre no pudo ser más expresivo: cañón, hacía honor a su origen etimológico de "caña grande" o "tubo grande" y además su pronunciación rememoraba el sonido del "disparo de la pieza".

### ***Nacimiento del término cañón***

Esto sucedió a principios del siglo XVI, en tiempos de Carlos I, cuando comenzó a emplearse término cañón. En la citada obra de don Ramón de Salas se explica el lujo que ostentó este monarca en Artillería cuando vino a Valladolid en 1522, una vez apaciguada la guerra de los Comuneros. Además de 28 falconetes, 16 serpentinas, 1 bombardas, 3 trabucos y 8 tiros, figuraban 18 cañones de diecisiete y medio palmos de largo, y casi un palmo de boca, que necesitaba cada uno ocho pares de mulas para su arrastre. En esta época, de las fundiciones de Málaga salieron los denominados cañones del emperador.

Tanta variedad de piezas producía tal confusión en el servicio que una de las principales materias de enseñanza era averiguar los calibres, calibrar las balas y formar las cucharas. Además, no existiendo dos piezas iguales, a finales de siglo se determinó su clasificación en tres géneros y una simplificación en las nuevas denominaciones, referidas al cañón:

En el primer género se encontraban las piezas para ofender de lejos al enemigo, que tenían mucha longitud respecto a su calibre. Eran el arcabuz, mosquete, mosqueador o mosquetón de posta, ribadoquín o pasador, gerifalte o esmerilejo, esmeril, girante o falconete; cerbatana, jeringa o sacre; mediana, áspide, doble culebrina o dragón volante; culebrina, pasamuro o serena; media culebrina, pasavolante o merlina mayor. Todas ellas con sus variantes de orden legítimo, bastardas y extraordinarias, y éstas a su vez comunes, reforzadas y sencillas.

El tercer género lo constituían las piezas para echar a pique las naves o galeras. Eran el pedrero y el trabuco o mortero, para tirar grandes balas de piedra.

En el segundo género se encontraban las piezas para batir las murallas, las cuales eran de mayor calibre pero de menor longitud respectiva que las del primer género. Eran el Cuarto cañón (con 26 a 28 bocas de longitud); el Medio cañón (con 22 a 24 bocas de longitud); el Cañón de batería (con 18 bocas de longitud, normalmente). Todos ellos con sus variantes de encampanados, recamarados, sencillos, dobles, reforzados y basilisco (éste, hasta 30 bocas de longitud).

Los cañones de batería se constituyeron una familia compuesta por: cañón doble, despertador o quebranta muros, de 96 libras de bala de hierro, cañón siflante, frisante o bate muro, de 48 libras de



bala, cañón brecante, de 24 libras de bala, cañón perseguidor o mediana, de 12 libras de bala y octavo de cañón, de 6 libras de bala.

Esta es la clasificación que hace en su *Plática Manual de Artillería*, publicada en 1592, Luis Collado. En el Capítulo Primero del Tratado Segundo da la distinción y división de los géneros de la Artillería, y de los efectos para que se hicieron, nombrando las piezas del segundo género de Artillería, que son los Quartos Cañones, los Medios y los Cañones de batería.

Muy a principios del siglo XVII, siendo Capitán general de la Artillería de España don Juan Manrique, mandó fundir tres clases de piezas, más cortas que las comunes, con las recámaras cónicas y doce a dieciséis calibres de longitud del ánima, conocidas como cañones bastardos.

Las de la primera clase se denominaron Rebufos, pertenecientes al género de los cañones de batería y, en ella se encontraba el Frisante o Abatidor de Murallas. Las de la segunda clase se llamaron Crepantes, pertenecientes al género los medios cañones. La tercera recibió el nombre de Berracos, Barracos o Corcobados, quizás en honor a la forma exterior de la lámpara cónica igual que la recámara, pertenecientes al cuarto de cañón.

### ***Generalización del término cañón***

A pesar del esfuerzo organizativo de los materiales de Artillería llevado a cabo por sus antecesores, Felipe III, a principios del siglo XVII, teniendo en cuenta los informes de Cristóbal Lechuga, termina con la anarquía existente en la diversidad de materiales de Artillería y denominaciones. Este monarca manda, por el año 1609, que ya no se fabrique la multitud de piezas diversas que se venían fundiendo, debido al capricho y a la vanidad de los potentados.

En consecuencia, reduce la artillería a cuatro clases, como las describe don Ramón de Salas, siendo denominadas Cañón de batería, de 40 libras de bala; medio cañón, de 24 libras de bala; cuarto de cañón, de 10 libras de bala y pieza de campaña, de cinco libras de bala. El calibre era entendido por el número de libras de su bala de hierro.

Entonces se generaliza el término cañón en referencia a las piezas de Artillería.

### ***La familia del cañón***

A mediados de siglo las piezas del segundo género adoptan la denominación de: Cañón, Medio cañón, Tercios de cañón y Cuarto de cañón. Así las nombra Firrufino en su *Perfecto Artillero*, publicado en 1642. Estos eran los cabezas de familia de la numerosa estirpe que de ellos naccería.

En la familia del cañón, con calibres de 25 hasta 100 libras, se llamó cañón comun aquel cuyo largo no excedía de 18 diámetros. Si se acortaba hasta 15 se la denominaba cañón bastardo y de 18 a 22 cañón aculebrinado. El que tenían dos diámetros y dos tercios en la culata, cañón sencillo; con dos diámetros y siete octavos, cañón reforzado; con 17 a 18 diámetros de largo, cañón legitimo; con 17 a 18 diámetros de largo y 2,5 diámetros en la culata, cañón sutil. Aquel cuya ánima queda en la parte del fogón en tres quintos del diámetro de su hueco, imitando la figura de una campana, fue bautizado como cañón encampanado.

El medio cañón, que comprendía los de longitud entre 20 y 21 diámetros y calibre hasta 25 libras, también formó una familia numerosa. Aquel cuyo calibre era de 16 libras hasta 25 se denominó medio cañón legitimo; los que procedían de Remigio Aluth y otras fundiciones de Milán e



Italia, como tenían solo 13 o 15 diámetros de longitud se llamaron cañones mediosbastardos. Cuando tenía 21 diámetros de longitud, cañon legítimo; si llegaba a 24, cañon aculebrinado. Si tenía en la culata dos diámetros y dos tercios, cañon sencillo; con tres diámetros en la parte del fogón, cañon reforzado.

Recibió el nombre de tercio de cañon el que tenía de 10 a 13 libras de calibre y 18 diámetros de longitud. Finalmente, se reservó la denominación de cuarto de cañon para el de 7 a 10 libras de calibre y 24 a 26 diámetros de longitud.

Dentro de este género de piezas se dieron algunos nombres que causaban confusión, como el denominado por algunos autores cañon doble. Esto no se debe a que fueran más ricos en metal sino porque eran muy largos y su calibre excedía de 40 libras, llegando hasta 60. Asimismo se denominó Basilisco aquel cuya longitud superaba los 60 calibres llegando hasta los 100. Opina Firrufino que éstos deberían haberse llamado medio cañon y cañon respectivamente.

Hay otro cañon peculiar, bautizado como Barraco o corcobado, perteneciente a la clase de cuarto de cañon, con una longitud de 12 a 16 diámetros, tan exorbitante, que no se parece a las piezas de su clase. Recibió el nombre de barraco porque eran tan furiosa que no había encabalgamiento que la resistiera mucho tiempo. El apelativo de corcobado le viene por su aspecto, encampanados y más estrechos en el fogón.

Esto, a pesar de la nueva disposición dada por Felipe III, como una reminiscencia de los nombres impuestos por los magnates y gobernantes que mandaban fundir las piezas a su capricho, decorándolas con motivos de animales como delfines, sierpes, basiliscos, o cabezas de carnero o con el blasón de sus armas. En consecuencia, muchas veces denominaban a las piezas con el objeto de la decoración y no porque fuera necesario que el Basilisco tuviera precisamente 100 libras de bala.

En el siglo XVIII, según una Ordenanza de 1718, vuelve a reducirse en número de piezas reglamentarias y experimenta un nuevo cambio su denominación. En lo sucesivo la artillería se compondría de cañones de 24, 16, 12, 8 y 4 libras, morteros de 12, 9 y 6 pulgadas y pedreros de 15 pulgadas.

A lo largo de este siglo el Arma de Artillería alcanza un gran desarrollo y perfección y, en consecuencia, los cañones se especializan, recibiendo las nuevas denominaciones de: cañon de campaña, de sitio, de plaza y de costa. El cañon de campaña para su empleo en todas las fases del combate en campo abierto. El cañon de sitio o de posición, para el ataque de puntos y plazas fuertes. El cañon de plaza para la defensa de las fortificaciones de una plaza. Finalmente, el cañon de costa diseñada para actuar contra objetivos navales.

El cañon de campaña, a su vez, se especializa en cañon montado, a caballo y de montaña. Se llama cañon montado el empleado para apoyar y sostener a la infantería en el combate; cañon a caballo el que acompaña a las unidades de caballería; y cañon de montaña, aquel cuyo diseño es apropiado para cumplir su misión en esa geografía.

En la segunda mitad del siglo XIX se completa la unificación de los calibres y la denominación de las piezas, que había comenzado el siglo anterior. Según esto el material de artillería se divide en tres tipos, llamándose cañones, de los que a su vez se distinguen tres tipos, de cañon largo, corto y corto de montaña; obuses, con dos variedades, obús largo y obús corto, finalmente morteros.

En el siglo XX, gracias a los avances de los materiales, la familia del cañon se amplía con nuevos miembros que reciben el nombre de cañon autopropulsado, cuando va montado sobre chasis de vehículo oruga y cañon antiaéreo, el diseñado para batir objetivos aéreos.



## OBÚS

El obús, en el léxico militar, es una pieza de artillería que lanza proyectiles cuya trayectoria es más curva que la del cañón y menos que la del mortero, lo cual permite batir objetivos ocultos detrás de grandes obstáculos, con mucha precisión.

Sin embargo en automoción el obús es una pequeña pieza de los neumáticos, constituida por un obturador cónico y un resorte que sirve de cierre a la válvula.

Resulta curioso que dos acepciones tan diferentes respondan a la misma palabra y todavía más curioso que la voz originaria de ambas tenga otro significado diferente.

Los filólogos todavía no se han puesto de acuerdo para determinar el origen de la palabra obús, incorporada a nuestro idioma en el siglo XIX del francés obus. La ciencia etimológica nos da la explicación.

### *El obús de artillería*

Aunque existe la palabra latina ob-ustus, a, um, que significa "encendido", obús no procede de ella. Para algunos etimologistas viene del alemán haubitze, derivada de haube "casco", y para otros, del inglés howitz "obús". Sin embargo, si nos remontamos a sus orígenes y desde allí hacemos un seguimiento de los idiomas por los que ha ido pasando podemos encontrar una justificación a esta divergencia.

En efecto, aunque parezca extraño, el origen de la palabra obús es el mismo que el de catapulta, ya que se trata de la misma voz, ésta tomada directamente del latín y aquella después de una gira lingüística por medio continente europeo.

Así, el vocablo catapulta es empleado para designar a una antigua máquina de guerra para el lanzamiento de piedras y proyectiles incendiarios al interior de las fortificaciones y recintos amurallados. Viene del latín carhapulta o catapulta y ésta del griego katapéltes o katapóltes, que quiere decir "lanzamiento hacia abajo", derivada del verbo pállein, "lanzar".

Lo más probable es que catapulta, "máquina de guerra antigua", pasara al checo como houfnice "máquina de guerra moderna" definiendo una boca de fuego destinada al lanzamiento de proyectiles con tiro muy curvo, a semejanza del lanzamiento con la catapulta, para salvar torres o murallas, y hacer impacto en el interior de los mismos. De aquí saltó al inglés como howitze, después al alemán como haubitze y finalmente al francés como obus, una vez trasladado al lenguaje escrito su fonética alemana; todos ellos con el valor de "pieza de artillería".

En francés, al principio, se confundieron los vocablos obus y obusier, pero pronto se tomó obus para definir el proyectil y obusier para la pieza. Sin embargo la palabra española obús, aunque es un calco de la francesa, ha sido adoptada con el valor de "pieza de artillería" intermedia entre el cañón y el mortero, haciéndose, también, un uso no técnico de ella para definir cualquier "proyectil disparado por una pieza de artillería".

### *El obús de automoción*

Respecto al obús de automoción su origen etimológico no está tan claro. Se podría encontrar en la analogía entre el funcionamiento de una catapulta, cuyo resorte lanza el proyectil hacia arriba y el



del obús de un neumático cuyo resorte lanza el obturador hacia un extremo para mantener la válvula cerrada.

Además, es probable, la influencia onomatopéyica del sonido *buzzzz*, producido por el aire al salir cuando se quita la pieza en cuestión.

### ***Evolución histórica***

De la misma forma que la palabra obús deriva del vocablo *catapulta* los antecedentes del obús se encuentran en la *catapulta*, que era una máquina de guerra empleada en la antigüedad como artillería primitiva por los ejércitos babilónicos, persas, griegos y romanos.

### ***Los obuses primitivos***

La *catapulta* fue introducida en la Península Ibérica con la dominación romana, adquiriendo diferentes nombres en la Edad Media, como *tormento*, *libra garrote* y *trabuco*. También heredaron estos nombres los primitivos obuses españoles puesto que aunque ya existía la palabra en Europa no fue introducida en el idioma español hasta el siglo XIX.

Así, *trabuco* era uno de los nombres primitivos que recibió el obús, como puede apreciarse en la obra de *Firrufino El Perfecto Artillero*, de 1642, que lo describe, pero con el nombre de *trabuco* o *mortero*.

El obús, como pieza intermedia entre el cañón y el mortero, comenzó a usarse poco después de la invención del mortero por los países que tenían artillería dada la necesidad de lanzar proyectiles huecos y batir blancos con trayectoria más curva que la del cañón y menos vertical que la del mortero. Al principio se les dio diferentes nombres, correspondiendo a la diversidad de formas y calibres que tenían: *licornios*, *columbiadas*, *gonadas*, *corronadas*, etc.

Varios son los autores que atribuyen a España la honra de la invención de los obuses, aunque eran conocidos al principio por otros nombres. Como mortero lo cita *Cristóbal Lechuga*, en sus obras. En este sentido *Barado* escribe en su *Museo Militar*: "*Lechuga* en su obra publicada a fines del siglo XVI, diseña y describe, con el nombre de morteros, obuses cuya invención se atribuye á otras naciones". Como cañones maniobreros nombra el General *La Llave* los primeros obuses largos empleados en campaña por *Maturana* en la Guerra de la Independencia.

### ***Nacimiento del término obús***

Pero la palabra obús no comenzó a utilizarse en España hasta bien entrado el siglo XIX. El general *Almirante* en su *Diccionario Militar* dice de esta palabra: "Hablar en 1867 de obuses es casi como hablar de lombardas y cerbatanas...El obús es moderna variedad de pieza de artillería, especie de cañón corto, respecto a su calibre...".

La invención de este tipo de piezas modernas, como corresponde a la trayectoria etimológica de la palabra obús, se atribuye a los países del norte. *Moritz Meller* da las primeras noticias sobre el uso de obusiers por los austriacos en 1434.

Sin embargo el célebre ingeniero militar francés, mariscal *Vauban* dice en sus obras que los obuses se inventaron poco antes de la época de sus escritos (1633-1707). Los artilleros holandeses cons-



truyeron sus obuses en el siglo XVII. La primera fundición de estas piezas en Francia se hizo en 1740 aunque no fueron adoptados definitivamente hasta 1774.

Por su parte la palabra obús definiendo la nueva arma comenzó a emplearse en el arsenal artillero en el siglo XIX, cuando la Artillería española alcanzó un gran desarrollo y perfección.

### ***La familia del obús***

Para subsanar los defectos de estos primitivos obuses que, al tirar con mucha elevación, producían una sacudida muy violenta y dañaban pronto la cureña, el General Navarro Sangrán ideó, en 1807, un obús más largo y más pesado, que fue denominado doble obús, aunque su longitud era inferior a la de dos obuses normales de a siete, y su peso, por tanto, tampoco era el de dos.

A lo largo del siglo XIX se desarrollaron obuses largos y obuses cortos. Los obuses largos de 21 cm, para tiro curvo también se denominaron cañones bomberos de 80. Asimismo, de acuerdo con su empleo recibieron los nombres de obuses de plaza y sitio, de campaña y de costa. Los obuses empleados en España, que la casa Schneider presentó como material de plaza y sitio, pasaron a llamarse obuses pesados de campaña.

A veces se denomina obús al proyectil de artillería. Esta costumbre viene desde la segunda mitad del siglo XIX, para distinguir los nuevos proyectiles cónico-cilíndricos de los proyectiles clásicos esféricos o "balas".

Desde la Segunda Guerra Mundial la palabra obús se generaliza en todos los ejércitos con la adopción de materiales de características similares, con calibres entre 105 mm y 205 mm, con velocidades iniciales de unos 700 m/s y alcances máximos de 30.000 metros aproximadamente.

### **FUENTES ETIMOLÓGICAS**

Glosarios Latino-españoles de la Edad Media, Américo Castro recopilado en Aragón, hacia 1400. Madrid, 1936.

Cancionero de Baena, fines del siglo XIV y primera mitad del XV. Ed. P.J. Pidal, Madrid, 1851.

Crónica de la Nueva España. Cervantes de Salazar, 1560-75. Ed. 1914.

Historia de la Artillería Española. Jorge Vigón, Madrid, 1947.

Diccionario de la Lengua Española. Real Academia Española. XXI Edición.

Memorial Histórico de la Artillería Española. Ramón de Salas, 1831.

Diccionario Crítico Etimológico Castellano e Hispánico. Joan Corominas y José A. Pascual, Ed. Gredos, S.A., Madrid, 1980

El Perfecto artillero. Firrufino, 1642.





## CONMEMORACIÓN DEL DOS DE MAYO DE 1808 EN LA ACADEMIA DE ARTILLERÍA

En el incomparable marco de la Plaza de la Reina Victoria Eugenia, en las inmediaciones del Alcázar de Segovia, antigua sede del Colegio de Artillería, volvió a conmemorarse la heroica gesta de los capitanes D. Luis Daoíz y Torres y D. Pedro Velarde y Santillán, muertos en el supremo sacrificio a la Patria en defensa de la Independencia de España el dos de mayo de 1808.

El acto y la formación solemne estuvieron presididos por el Excmo. Sr. General de Ejército Jefe de Estado Mayor de la Defensa D. Félix Sanz Roldán.

Tras los preceptivos honores y revista a la formación se procedió a la imposición de condecoraciones al personal militar y civil, entrega del título de "segoviano honorífico" a los componentes de la 294 Promoción de Artillería, seguida de la alocución del Ilmo. Sr. Alcalde del Ayuntamiento de Segovia, recibiendo a continuación los Premios Dos de Mayo los Alumnos que por sus méritos Académicos se han hecho acreedores a dichas distinciones.

Cerró el acto el Capitán profesor D. Daniel García Jiménez que procedió a la lectura de la Lectura del Dos de Mayo. Una vez finalizada la misma se cantó el himno de los artilleros, desfilando posteriormente la Agrupación de Alumnos ante las autoridades.





## JURA O PROMESA ANTE LA BANDERA, RENOVACIÓN JURAMENTO QUINTOS DEL 55

El pasado 9 de junio, bajo la presidencia del General Director de la Academia de Artillería, tuvo lugar en el Acuartelamiento de Baterías un Acto de Juramento a la Bandera de características singulares.

La Jura o promesa a la Bandera de 136 alumnos del 2º ciclo del 2006

La Jura de 19 civiles que así lo habían solicitado.

La renovación del juramento a la Bandera de 250 hombres de la quinta del 55 que celebraban de esta forma sus Bodas de Oro del compromiso adquirido con la Patria en el año 1956.



Es de destacar la emoción y cariño con que estos veteranos de más de setenta años besaban el Estandarte y los fuertes aplausos que provocaban al acercarse a la Bandera al ritmo de la música en un intento de acercarse a la vitalidad y energía de hace 50 años.

Este acto de renovación de compromiso, parece ser que va a tener continuación el año que viene, al haber solicitado su realización la comisión ya organizada de los quintos del 56.





## NUEVA TENDENCIA: DEFENSA CONTRA PROYECTILES COHETE. DE ARTILLERÍA Y DE MORTERO (C-RAM)

D. JOSÉ MARTÍN LÓPEZ  
Coronel de Artillería

### INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, la Jefatura de Investigación y Análisis de Artillería, perteneciente a la Dirección de Investigación y Análisis para el Combate del MADOC, ha estado llevando a cabo el seguimiento y análisis de una tendencia que se viene manifestando en las enseñanzas obtenidas de los conflictos de Irak y Afganistán.

En las fases de Estabilización y Apoyo (SASO) de ambos conflictos las fuerzas desplegadas vienen enfrentándose a diferentes tipos de amenaza, como los dispositivos explosivos no reglamentarios o improvisados (IED) y la constituida por proyectiles cohete y especialmente de mortero, lanzados contra objetivos estáticos, en un entorno preferentemente urbano y en un ambiente de insurgencia. Las características especiales de ambas situaciones y las bajas y daños que están originando este tipo de proyectiles, están dando lugar a la necesidad de desarrollar un nuevo concepto que establezca las bases, en los distintos sectores de la Preparación, para la obtención de un sistema que permita enfrentar con éxito esta amenaza.

Este artículo tiene por finalidad presentar unas ideas generales sobre los esfuerzos que algunos países aliados están llevando a cabo para desarrollar y materializar la forma de combatir esta amenaza, con los medios y sistemas actualmente en servicio, y los que se prevé que en un futuro próximo podrán realizarse en base a nuevas tecnologías y a nuevos conceptos, correspondientes a tendencias ya consolidadas, tales como: "Armas de Energía Dirigida", "Acciones/Fuegos basados en los efectos" y "Fuegos en Red".

### LA AMENAZA

Esta amenaza supone un nuevo desafío para la Artillería Antiaérea, ya conocido para la Artillería de Campaña, debido a que la movilidad de sus medios de lanzamiento, la rapidez de sus ataques, el empleo de tácticas de disparo y repliegue, los asentamientos improvisados y frecuentemente en entorno urbano, el reducido alcance (de 2 a 5 Km.) y tamaño de sus proyectiles, la dificultad de su detección, el reducido tiempo de trayectoria y la ausencia de emisión de calor, en el caso de los morteros, convierte la respuesta en un auténtico problema a superar.

En ambiente de insurgencia es necesario considerar también que el personal que sirve los medios de lanzamiento combate normalmente en su propio terreno; está motivado por ideales que conducen frecuentemente al fanatismo; está bien equipado y adiestrado en la guerra de insurgencia; sabe que el tiempo discurre siempre a su favor; ataca en el momento y lugar de su elección y dispone de una capacidad de obtención de información local no accesible a las fuerzas propias.



Por el contrario las acciones de fuego de estos medios pueden estar normalmente limitadas por la falta de adiestramiento en su empleo, la improvisación de sus asentamientos, la carencia de dispositivos de puntería avanzados, la baja calidad de la munición y el escaso tiempo disponible para desplegar y hacer fuego.

Los avances tecnológicos actuales y previstos, en las funciones de adquisición y mando y control y en los medios de interceptación, facilitan cada vez más la posibilidad de poder batir los proyectiles en vuelo, además de la ya conocida actuación contra los medios de lanzamiento, lo que permitirá incluirlos como un componente más de la amenaza aérea futura.

Para hacer frente a esta amenaza tan variada y compleja, la Defensa Aérea se debe regir por el principio de integración que ha de considerar un carácter marcadamente interarmas y conjunto, tanto en lo referente a principios y preceptos doctrinales como a técnicas y procedimientos de empleo de unidades y sistemas de armas.

## **FUNCIONES DE LA DEFENSA C-RAM**

El principio de integración mencionado supone la existencia de un conjunto de funciones complementarias entre sí, a desarrollar en un ambiente interarmas y conjunto, encaminadas a la defensa y protección de despliegues de unidades e instalaciones en operaciones fuera del Territorio Nacional, tanto en misiones bélicas como de apoyo a la Paz, y normalmente en un ambiente de insurgencia.

Los países aliados que, en el marco de la OTAN, llevan a cabo o investigan en el campo de la defensa C-RAM (DAMA WG) consideran las siguientes funciones o "pilares" a desarrollar, con respecto a la amenaza:

- **Configurar o Impedir** : Comprende aquellas acciones que se adoptan para impedir la utilización por parte del enemigo de zonas adecuadas para el despliegue y empleo de los medios, o para dirigirle hacia áreas donde pueda ser observado y atacado. Supone adelantarse al enemigo y actuar mediante acciones letales o no letales.
- **Adquirir y seguir** : Supone el empleo integrado de sensores para vigilancia, adquisición (detección, localización e identificación) de los proyectiles en su trayectoria, seguimiento de los mismos y determinación del punto de impacto y del origen de la trayectoria. Supone asimismo la fusión de la información que proporcionan y la dirección de la puntería de los medios de lanzamiento y de otros sensores, como los destinados al control y protección de las aeronaves propias.
- **Alertar** : Implica la transformación de toda la información obtenida por los sensores en señales acústicas o luminosas, destinadas a prevenir al personal e instalaciones que se encuentran dentro de la zona a defender y cuya situación está comprendida en un área que incluye los puntos previstos de impacto del ataque. Esta función supone generar unas señales, de forma automática y manual, en tiempo útil y que alerten únicamente a las zonas afectadas con un mínimo de falsas alarmas.
- **Interceptar** : Con la finalidad de destruir los proyectiles que se aproximan. Son requisitos indispensables de esta función: la precisión, la rapidez de respuesta, la ausencia de daños no deseados, la coordinación con los medios aéreos propios, la capacidad de actuación sobre objetivos múltiples, la posibilidad de intervención del hombre en el proceso y la consideración permanente de las reglas de enfrentamiento en vigor.
- **Proteger** : Supone todas las acciones que se llevan a cabo, de forma progresiva, con el fin de mitigar los efectos y recuperar las capacidades perdidas en el menor tiempo posible. En esta función es necesario priorizar instalaciones como: depósitos de munición, comedores, controles de acceso, puestos de mando, puestos de observación y sensores.



- **Responder o Atacar** : Implica la adopción de acciones letales y no letales, según el concepto de "acciones/fuegos basados en los efectos", antes o después de los ataques con proyectiles. En esta función tendrán especial protagonismo las unidades de Apoyos de Fuego mediante la utilización de munición letal guiada y no letal. El cumplimiento de las reglas de enfrentamiento, medidas de coordinación de los fuegos y la reducción de daños no deseados, en especial en entorno urbano, serán limitaciones determinantes a considerar.
- **Mando y Control**: La integración de todas estas funciones desde un centro de operaciones de la base o centro a defender, implica la disponibilidad de un sistema de mando, control, comunicaciones e inteligencia (C3I) que deberá en líneas generales, a partir de la información recibida de los diferentes sensores: procesar los datos recibidos para determinar los orígenes de fuego, los puntos de impacto y su priorización; dirigir las armas sobre los proyectiles a interceptar; informar sobre los orígenes de fuego a las unidades con misión de responder; activar de forma selectiva el sistema de alerta y dirigir a los radares de control del espacio aéreo.

## ORGANIZACIÓN DE LA DEFENSA C-RAM

Como consecuencia de las enseñanzas obtenidas en los conflictos de Afganistán e Irak, en los que las fuerzas de la Coalición han sufrido y siguen sufriendo frecuentes ataques y bajas provocadas por proyectiles de mortero y cohete, el Jefe del Estado Mayor del Ejército de los Estados Unidos emitió en 2004 una directiva para que las escuelas de Artillería Antiaérea y de Artillería de Campaña estudiaran y desarrollaran de manera conjunta, un tipo de unidad para hacer frente a la amenaza C-RAM.

La propuesta resultante del trabajo de ambos Centros propugna inicialmente una unidad tipo batería, como mejor solución, entre otras consideradas como la sección o el grupo. Se considera ésta la mejor opción por: las disposiciones actuales de material; las limitaciones de la sección para facilitar el planeamiento y la integración de otras unidades de defensa C-RAM que protejan una gran base, área o elementos de gran tamaño y dispersión; la carencia en el nivel sección de un equipo de operaciones para su integración en la estructura de la unidad apoyada; y la carencia de personal para mantener las operaciones durante largos periodos de tiempo. No obstante, no se descarta que en el futuro pueda ser necesario la existencia de unidades tipo grupo, para obtener el máximo rendimiento del empleo de un mayor número de sensores y para atender áreas de responsabilidad de división.

La estructura y composición de la Batería C-RAM le permite llevar a cabo de forma completa, en coordinación con la unidad o base apoyada, las funciones de Adquirir y Seguir, Alertar, Interceptar (responder) y Mando y Control, y contribuir a Configurar (impedir), Proteger y Responder (atacar).

Para la ejecución de las primeras, los ejércitos de los países aliados están experimentando y desplegando, en el caso del ejército norteamericano, sistemas actuales ya en servicio o de reciente desarrollo que podemos agrupar según cada función:

### **Adquisición y Seguimiento:**

- Radares de trayectografía (figura 1) del tipo: "Firefinder" (AN/TPQ 36, 37 o 46); COBRA; ARTHUR; o el más reciente radar ligero contramorteros LCMR (figura 2) que,



Figura 1. COBRA





Figura 2. LCMR

### **Alerta:**

Sistemas audio-visuales de alerta, como el sistema sin cable WAVES, que recibiendo información de diferentes sensores de adquisición de proyectiles, alerta al personal dentro de la zona defendida que se encuentra en el área predicha de impacto.



Figura 3. Sentinel

### **Intercepción:**

-Versiones terrestres de montajes navales antiaéreos para defensa de punto, dotados de cañones rotatorios normalmente de 20 mm., radares de adquisición y seguimiento y calculador, en un único montaje. Actualmente se experimenta con los sistemas Vulcan Phalanx (figura 4) y Goalkeeper (figura 5).

-Sistemas de armas de artillería antiaérea cañón de 35 mm, dotados de munición dispersora, constituidos por conjuntos separados de dirección de tiro y piezas. Actualmente se experimenta con el sistema formado por la DT. Skyshield (con radar de adquisición, de seguimiento, sistema electro-óptico y calculador) que controla a cañones de 35 mm "revolver" con munición "AHEAD" (figura 6).

-Actualmente, en el grupo de trabajo de países aliados que estudia la problemática planteada por la defensa contra ataques de mortero, se consideran algunas combinaciones radar-piezas que puedan configurar un futuro sistema C-RAM:

- \* Radar de adquisición (exploración mecánica) y radar de seguimiento asociados a varias piezas.
- \* Radar "phased array" con una alta capacidad de seguimiento que controla varias piezas.
- \* Radar "phased array" con una baja capacidad de seguimiento asociado a varias piezas con radar de seguimiento propio.
- \* Varias piezas con radares "phased array" propios con capacidad de adquisición y seguimiento.





Figura 4. Vulcan Phalanx

### ***Mando y Control:***

Un sistema de mando, control, comunicaciones e inteligencia, como es el caso del denominado FAADC3I (figura 7) del ejército norteamericano, debe permitir la integración de todas las funciones y la ejecución de los cometidos descritos en el apartado anterior. Deberá permitir también la centralización de la fusión de la información, la gestión de la respuesta y la intervención del hombre en el proceso desde un centro de operaciones de base o área a defender, a través del cual se lleve a cabo además el enlace con otros sensores de la Defensa Aérea y con otros sistemas de Mando de Batalla del Ejército.

Para la ejecución de las funciones a las que contribuye la Batería C-RAM, se consideran las siguientes posibilidades:

### ***Configurar (impedir) y Responder (atacar):***

Los datos aportados por los sensores de la batería C-RAM, sobre orígenes de fuego, momentos y tipos de ataque, pueden ayudar a los jefes de las unidades apoyadas a decidir sobre los medios a emplear, acciones a realizar y el momento y lugar adecuados. Podrán considerarse para ambas funciones:

- Acciones no letales como operaciones de información, guerra electrónica, operaciones psicológicas y cooperación cívico – militar
- Acciones y medios letales como artillería cañón y cohete, morteros, helicópteros de ataque, apoyo aerotáctico, UCAV,s, operaciones especiales y patrullas.

### ***Proteger:***

Los datos que puedan aportar los sensores de la Batería C-RAM pueden ayudar a los jefes de las unidades apoyadas a emplear mejor sus medios limitados de fortificación, enmascaramiento y simulación, y a una mejor y más segura dispersión y despliegue de los elementos e instalaciones.

En el marco de la Batería C-RAM, las necesidades que plantean su integración en la organización y despliegue de la unidad apoyada, la posibilidad de aumento del número de secciones subordinadas inicialmente asignadas, los cometidos de asesoramiento al Jefe de la unidad apoyada en el empleo de la Batería, y las necesidades de coordinación con la defensa aérea y antimisil establecidas, en su caso, parecen requerir un nivel de mando superior al



Figura 5. Goalkeeper





Figura 6. Skyshield - 35 mm

normal en este tipo de unidades. Las enseñanzas obtenidas marcan la tendencia hacia un empleo de comandante para el mando de la unidad y de un capitán como oficial ejecutivo.

En cuanto se refiere al encuadramiento de estas baterías, aunque podrían formar parte orgánicamente de futuras unidades de Artillería Antiaérea, que de acuerdo con alguna tendencia estarían dotadas además con una combinación de sistemas con capacidad antimisil balístico y contra aeronaves y misiles aerodinámicos, su empleo parece orientarse hacia una actuación independiente

en apoyo de unidades de combate o de bases. Éstas les proporcionarían determinados apoyos que no pudieran recibir de sus unidades orgánicas de procedencia.

## FUTURO DE LA DEFENSA C-RAM

La sensación de urgencia que ha presidido desde el primer momento la creación y puesta en servicio de una capacidad provisional para hacer frente a este tipo de amenaza, sin olvidar el entorno de insurgencia y el carácter estático de los objetivos a cuya defensa está inicialmente encaminada, ha llevado a los países implicados a considerar medios y sistemas actualmente en servicio o recientemente desarrollados, que en algunos casos pueden no ser completamente idóneos.

## Sense, Warn, Intercept Architecture

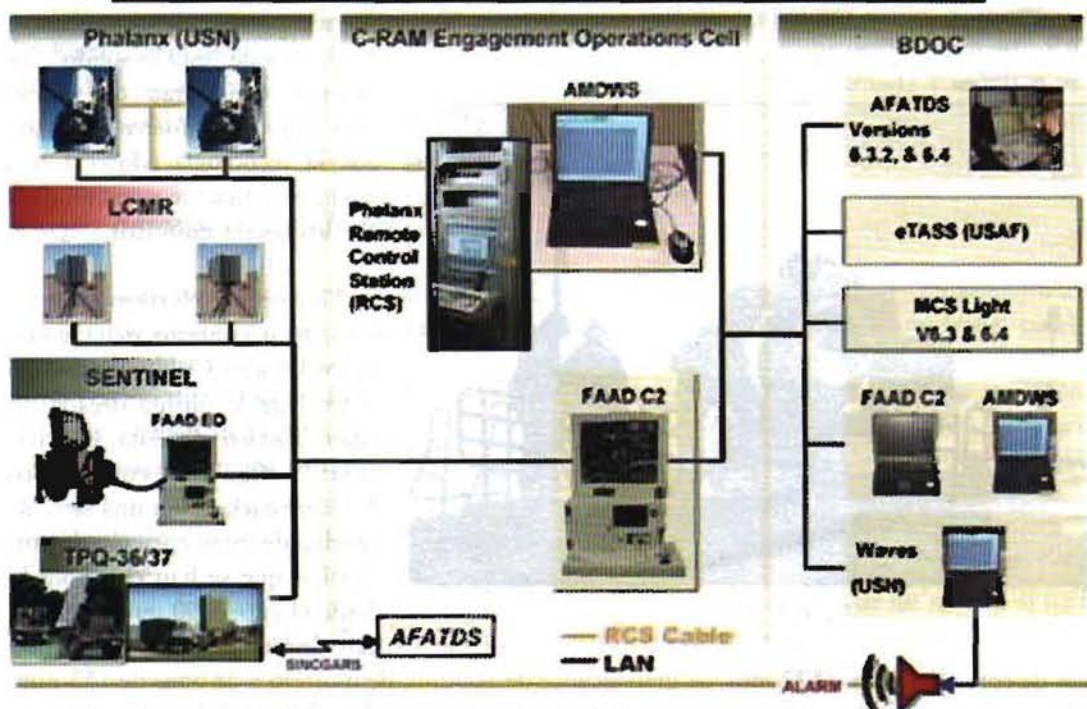


Figura 7. FAADC31



Las nuevas tecnologías y los nuevos conceptos correspondientes a tendencias consolidadas, harán posible en un futuro no muy lejano hacer frente a esta amenaza con un elevado grado de eficacia y con unas mínimas necesidades de personal y material. Posiblemente serán de aplicación a la defensa C-RAM las tendencias expuestas en el primer apartado de este trabajo que se consideran a continuación.

### ***Armas de Energía Dirigida (DEW)***

En el marco de las Armas de Energía Dirigida, se están actualmente llevando a cabo con éxito experiencias en polígono consistentes en la interceptación de proyectiles de artillería, clásica y cohe-  
te, y de mortero con sistemas láser de alta potencia. Este tipo de armas se consideran adecuadas para hacer frente a la amenaza RAM porque:

- Proyectan sobre el objetivo un haz de energía de alta potencia, suficiente para su destrucción.
- El "tiempo de duración de trayecto" de la energía láser es despreciable y por tanto también lo es el valor de la predicción sobre el objetivo.
- Se obtiene una elevada precisión debido a la precisión inherente de un haz láser y de sus sistemas de seguimiento, lo que permite una especial eficacia sobre objetivos móviles.
- Pueden ser empleadas sobre múltiples objetivos y cambiar rápidamente de blanco, debido a la mínima duración de trayecto de la energía y a la precisión del sistema.
- Un "disparo de energía láser" tiene un bajo coste aunque el sistema sea inicialmente caro de fabricar y mantener.
- Permiten reaccionar frente a objetivos en los que transcurre un tiempo muy corto entre el lanzamiento y el impacto, debido a su citada mínima duración de trayecto y a la precisión de sus sistemas de puntería y seguimiento.

Los inconvenientes que actualmente se presentan en el desarrollo de láseres tácticos actuales ("láseres químicos"), es el elevado peso y dimensiones de los componentes del sistema. Es necesario elementos más ligeros y móviles que permitan acompañar y proteger a las unidades de combate en el cumplimiento de sus misiones. Hoy en día la tecnología no lo permite y se prevén aún unos cuantos años para disponer de sistemas realmente operativos. En cuanto a los láseres de "estado sólido", los

expertos consideran que harán falta entre seis y nueve años para que la tecnología adquiera una madurez suficiente para competir con los láseres químicos.



Figura 8. THEL

La empresa Northrop Grumman, bajo contrato del Ejército de los Estados Unidos, desarrolló al final de la última década un Láser Táctico de Alta Potencia (THEL) (figura 8), como banco de experiencias para una serie de pruebas de interceptación de proyectiles, que se han desarrollado desde el año 2000, en las que se han interceptado y destruido

cohetes de corto alcance de 122 mm, de gran alcance de 160mm, de mortero y de obús de 155 mm, lanzados de forma aislada o en salvas. Como consecuencia del elevado volumen de los elementos del sistema, que limita su despliegue operativo, la empresa fabricante ha continuado con el desarrollo de



una versión desplegable (MTHel) en apoyo de las unidades de combate, en su defensa de bases y emplazamientos sensibles y críticos, contra la amenaza RAM.

El sistema MTHel (figura 9) interceptará los proyectiles proyectando un haz láser de alta potencia, altamente centrado, producido por un láser químico, que provocará su explosión en la trayectoria. Mientras se espera disponer de un prototipo del MTHel para 2007, con capacidad de destruir además de proyectiles, misiles de crucero, misiles balísticos de corto alcance y UAVs, la empresa fabricante ha declarado poder desarrollar una versión, en un plazo de tiempo más corto, con capacidad únicamente de defensa contra amenaza RAM (HElRAM), hasta que el MTHel se encuentre operativo.

Se considera al sistema HElRAM como un sistema que puede ser transportado en aviones del tipo Hércules C130 y después desplazado a su asentamiento. Posiblemente será algo más pequeño que el prototipo del MTHel, tendrá menor potencia y alcance, y no tendrá la capacidad de acompañar a las unidades de combate en su movimiento.



Figura 9. MTHel.

La unidad de tiro HElRAM, que comprende el iluminador láser y el dispositivo de almacenamiento de los productos químicos que alimentan el láser, transportará cada uno de estos elementos en contenedores sobre camión. El elemento de mando y control será desplazado sobre un vehículo multiusos de ruedas de

alta movilidad. Una vez asentada, la unidad de tiro HElRAM podrá defender un área superior a un kilómetro de radio, proporcionando una cobertura de 360° contra proyectiles de mortero y más limitada contra proyectiles de obús y de cohete. De la misma forma que otros sistemas C-RAM, la unidad de tiro HElRAM dependerá de sensores externos para ser apuntada y seguir posteriormente los objetivos.

### ***Fuegos Basados en los Efectos***

En el caso de las funciones de la defensa C-RAM “configurar o impedir” y “responder o atacar”, existe la necesidad cada vez más determinante de considerar medios letales y no letales en el tratamiento de objetivos, debido a los condicionantes que se establecen actualmente para batirlos por la proliferación del combate en entorno urbano y por la presencia de no combatientes, como concentraciones de personal civil, organizaciones no gubernamentales, representantes de organismos nacionales e internacionales, prisioneros, medios de información etc. La complejidad de la coordinación de los apoyos de fuego aumenta significativamente y obliga a realizarla, de forma centralizada, en un único órgano y bajo una única dirección por las siguientes razones:

- Habrá, en ocasiones, una gran dificultad para discriminar el empleo de los medios al no haber, en muchos casos, una clara línea de separación entre las acciones letales y no letales.
- Existirá normalmente una gran sinergia entre los efectos de los medios letales y no letales, al condicionar un tipo de medios el empleo de otros.



- La gran proliferación que se prevé de municiones no letales para los medios de Apoyos de Fuego.

Todo lo expuesto está dando lugar, como tendencia consolidada, a la creación, en los escalones de batallón, brigada y superiores, de un órgano de coordinación de efectos letales y no letales que reemplaza o se forma normalmente en torno al antiguo FSE. Este órgano, denominado Célula de Fuegos y Efectos (FEC), implica la presencia en el mismo, de forma temporal o permanente, de representantes y especialistas en actividades tales como: operaciones de información, guerra electrónica, operaciones psicológicas, cooperación cívico - militar y asesoramiento legal, junto a los ya existentes de coordinador y auxiliares de coordinador de apoyos de fuego, denominados ahora coordinador de efectos (que dirige la célula) y auxiliares de coordinador de efectos, y especialistas en "targeting."

El FEC. tendrá por misión, entre otras:

- Integrar los medios y acciones letales y no letales en el proceso de "targeting"
- Dirigir el planeamiento de los efectos
- Gestionar y coordinar los sensores orgánicos.
- Controlar el empleo de las unidades de apoyos de fuego asignadas, las acciones de guerra electrónica ofensiva y otros medios no letales.
- Coordinar otros medios externos productores de efectos, cualquiera que sea su procedencia.
- Analizar la legalidad de las acciones, tanto letales como no letales, de acuerdo con el marco legal internacional y las reglas de enfrentamiento.

La aplicación de este concepto deberá basarse en un potente sistema de mando y control, integrado en el Sistema de Mando y Control general, y en una rápida y fiable red de comunicaciones que permita recibir en tiempo útil la información procedente de los sensores, para actuar con rapidez con el medio más adecuado con objeto de alcanzar los efectos deseados, sobre cualquier objetivo.

En el combate contra la amenaza RAM, las experiencias obtenidas tanto en los teatros de operaciones de Irak y Afganistán como en el centro Nacional de Adiestramiento del ejército norteamericano, conducen a la necesidad del empleo, en las funciones descritas de **configurar y responder**, de medios letales y no letales de forma completamente integrada, de acuerdo con la tendencia y concepto de "Acciones/ fuegos Basados en los Efectos". Se está demostrando que las unidades que fracasan en este tipo de combate, no apoyan sus acciones letales con operaciones no letales cuando son requeridas y viceversa.

Las unidades fracasan además si:

- No emplean más que una opción
- Emplean las opciones de que disponen de forma secuencial en lugar de simultáneamente.
- No combinan las capacidades conjuntas y combinadas en el empleo de los fuegos letales.
- No previenen la mayor cantidad de ataques posibles por medio de medidas activas.
- Cifien la defensa exclusivamente al área de la base y no al espacio de batalla circundante.

### ***Fuegos en Red***

Este concepto supondrá la existencia de un sistema de mando y control, en red, de arquitectura abierta, que facilite la organización y empleo de módulos de artillería AA (Unidades de Defensa AA). Estos, constituidos por armas y sensores en tipo y número de acuerdo a las necesidades que impone



la misión (diseño a la medida), incluidos medios para la defensa C-RAM, permiten una capacidad multifuncional para poder hacer frente a distintos tipos de amenaza.

Los sensores y medios de lanzamiento, junto con las unidades o instalaciones apoyadas y los centros de control y coordinación de fuego, se podrán integrar en el sistema de mando y control en red, a través de nodos del sistema, lo que permitirá una dirección positiva eficaz de su empleo, el acceso a la información de cualquier fuente, tanto orgánica como conjunta o combinada, y el acceso al planeamiento y coordinación integrados de la unidad o instalación a la que apoya.

En concreto, este concepto de empleo denominado también "plug & fight" (conectar y combatir), gracias a la flexibilidad que proporciona, permitirá a las unidades de defensa AA y en particular a las unidades de defensa C-RAM:

- Intercambiar información entre sensores de diferentes sistemas o unidades.
- Batir objetivos adquiridos por cualquier sensor con cualquier medio de lanzamiento.
- Presentar una imagen operativa común, mediante la fusión de informaciones de diferentes sensores para conseguir una conciencia común de la situación.
- Facilitar la creación de módulos de defensa, adaptados a la misión y situación.
- Integrarse o desligarse de la fuerza a proteger durante su movimiento.
- Gestionar el despliegue de un determinado número de medios de lanzamiento mientras simultáneamente se adquieren y siguen objetivos.
- Ceder el mando y control de los medios de lanzamiento a otra unidad de defensa cercana, mientras se desplazan los sistemas de mando y control.

Las consideraciones enunciadas son, por si mismo, importantes para plantearse que la capacidad de respuesta y la eficacia de la defensa C-RAM deben mejorar con las nuevas tecnologías, en particular las relacionadas con el mando y control. Se deberá lograr, en definitiva, que el análisis de la información, el tratamiento de los objetivos y la evaluación de efectos se realice en tiempo útil, a pesar de la cantidad de información disponible o que pueda ser generada en el Futuro Espacio de Batalla.

El concepto "Fuegos en Red", proporcionará soluciones integradas para el tratamiento de objetivos comprendidos en la amenaza RAM, facilitando el enlace más directo posible entre el sensor y el medio productor de efectos, actualizando la información y la "imagen operativa común", y permitiendo el acceso a los sensores para la evaluación de efectos.

## CONCLUSIÓN

Las experiencias de los recientes conflictos han planteado la necesidad de hacer frente, con urgencia, a un tipo de amenaza que hasta fechas recientes únicamente era posible combatir actuando contra los orígenes de fuego.

Las tecnologías de reciente aparición están permitiendo la interceptación de los proyectiles en la trayectoria y la aparición, por consiguiente, de una nueva amenaza a considerar en el marco de la función Defensa Aérea. La urgencia expresada y estas nuevas posibilidades tecnológicas mencionadas, han dado lugar a poder hacer frente a esta amenaza con los medios actuales en servicio, y en este sentido se están encaminando los estudios y las experiencias que se están llevando a cabo.

En los próximos años la maduración de nuevas tecnologías, algunas de las cuales están apareciendo ahora, y de nuevos conceptos a implantar ("Armas de Energía Dirigida", "Acciones/Fuegos basados en los efectos" y "Fuegos en Red") permitirá una mayor eficacia en las acciones contra la amenaza RAM y posiblemente cambios en la filosofía y procedimientos de actuación.



## REFERENCIAS

Revista "Field Artillery Journal".

Presentaciones DAMA WG Amsterdam 2005.

"C-RAM Battery" LTC. Christopher R Mitchell

"C-RAM. ADA takes on new counter-rockets, artillery and mortars intercept mission".

Capt. Scott L. Mace

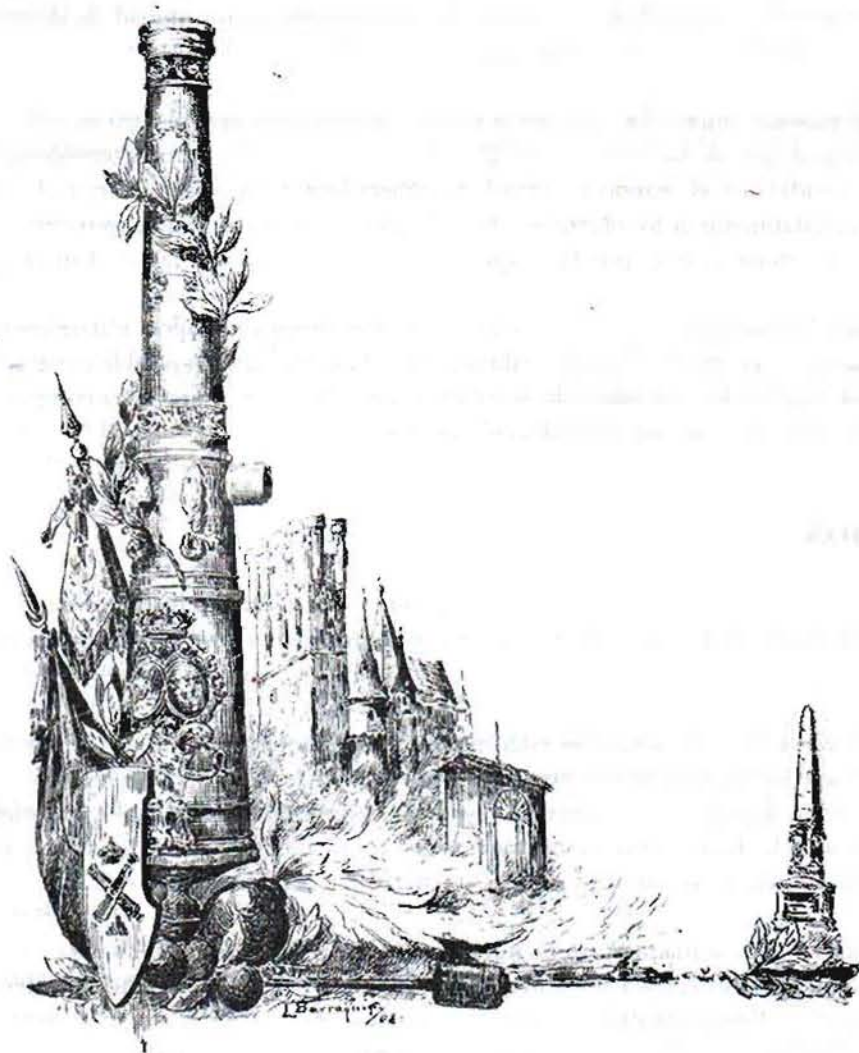
Jane's Defence Weekley. "Northrop unveils laser to counter mortar attacks" Michael Sirak.

"Mobile Tactical High Energy Laser (MTHL)". Northrop Grumman Corporation.

Propuesta de CODE "Armas de Energía Dirigida". DIVA-MADOC

Propuesta de CODE "Acciones/Fuegos basados en los efectos". DIVA- MADOC.

Propuesta de CODE "Fuegos en Red". DIVA - MADOC.





## VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO (UAV)

D. GERMÁN REDONDO RAMOS  
Capitán de Artillería

Este trabajo pretende mostrar, la necesidad de que nuestro E.T. posea este tipo de Sistemas de Armas en un breve periodo de tiempo, ya que constituirán en un futuro no muy lejano una de las piedras angulares para obtener información.

Como consecuencia del aumento del alcance de los cañones de artillería, así como de la aparición del lanzacohetes múltiple, los medios de adquisición, que actualmente posee el E.T. son de momento insuficientes. Si a esto le añadimos la creciente movilidad de los objetivos, nos daremos cuenta de la importancia que tiene el disponer de información de los mismos, en tiempo real para batirlos con eficacia. Esta, puede ser fácilmente obtenida por los UAV,s, que aparte nos podrán suministrar información adicional sobre los resultados obtenidos.

### CONSIDERACIONES INICIALES

Un aspecto primordial de las operaciones de hoy en día es el dominio de la información. No se plantea ninguna operación sin un conocimiento previo lo más exhaustivo posible de la situación, actualmente las operaciones se conducen evitando en lo posible la incertidumbre gracias a los avances tecnológicos, logrando de este modo el mejor empleo de los escasos y sofisticados medios y del

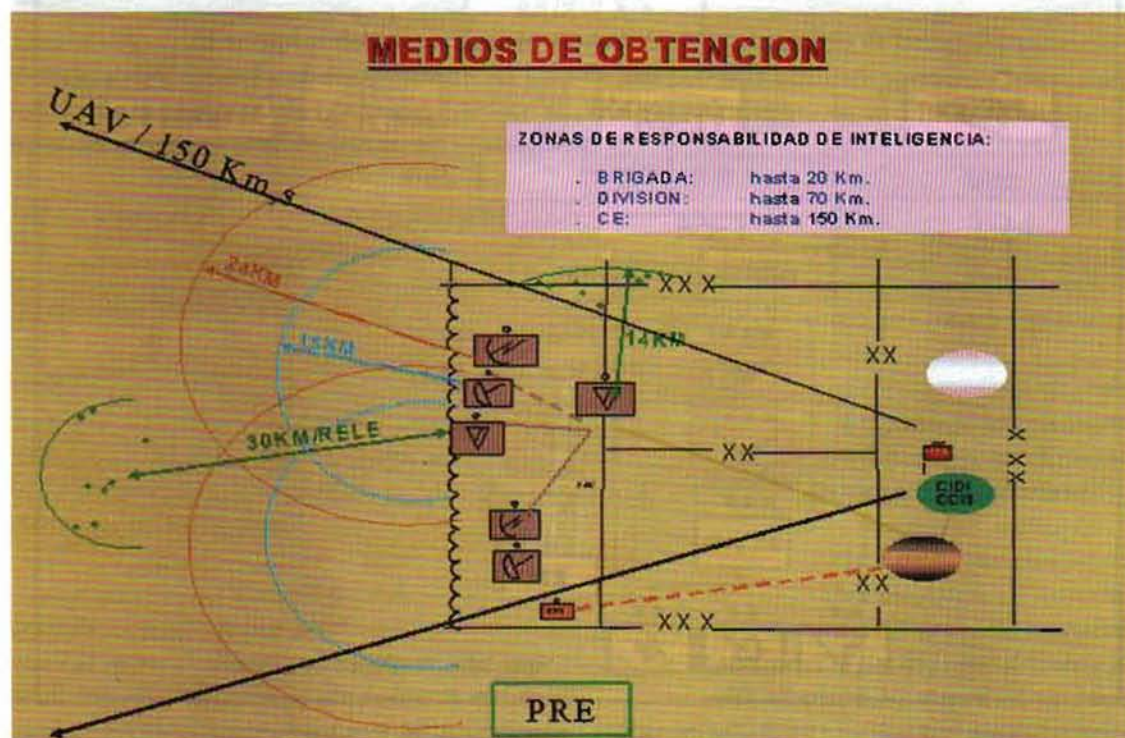


Figura 1



pertinente ahorro en vidas humanas. Por lo cual el disponer de superioridad en la información es un factor crucial para el éxito de las operaciones.

El desarrollo de este tipo de vehículos (UAV,s) no ha surgido por casualidad, sino como fruto de los adelantos tecnológicos en los campos de la miniaturización de sistemas y del enorme avance de los sistemas de control remoto, los cuales han sentado las bases del desarrollo del UAV. Estos comienzan a ser un elemento clave que proporciona y proporcionará a las fuerzas armadas las necesidades de información / inteligencia necesarias para el mando y control de las operaciones.

Otro aspecto a tener en cuenta es que, debido a las características del combate terrestre moderno, a las amplias y variadas misiones y a los posibles riesgos a los que se ven sometidas nuestras fuerzas armadas, se necesita contar con información cada vez más lejana y en tiempo real.

Por lo cual el E.T. necesita disponer, como mínimo, de un sistema de UAV,s. de medio alcance, el cual se le debería asignar desde mi punto de vista al **GAIL (Grupo de Artillería de Información y Localización)**. Este sistema debería de contar al menos con cuatro plataformas de vuelo, para la obtención de información y vigilancia del Campo de Batalla, contribuyendo al mismo tiempo a mejorar la capacidad de reconocimiento y obtención de objetivos en profundidad para que puedan ser batidos por la artillería y que permita, posteriormente, la corrección del tiro y la evaluación de daños.

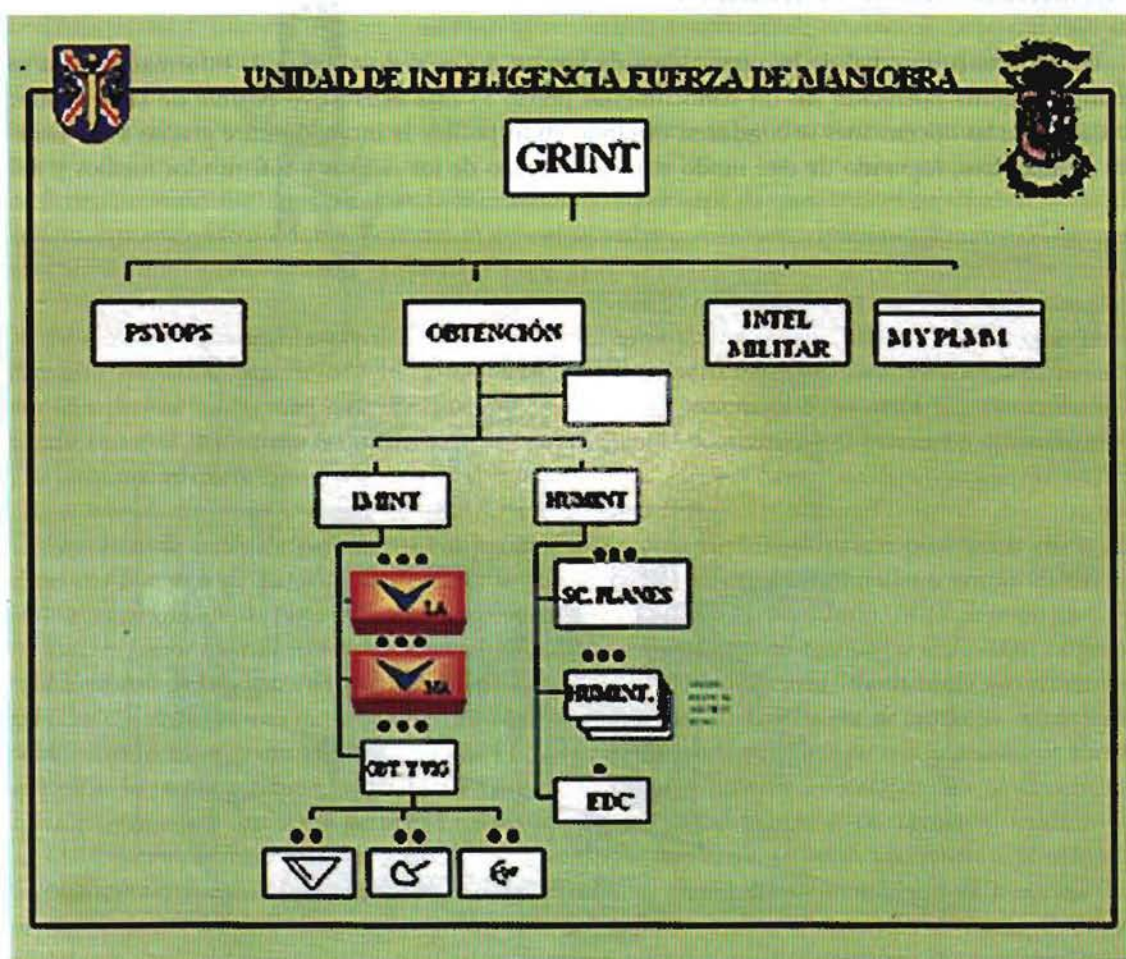


Figura 1



El sistema debería contar entre otras con las siguientes características:

- Detección, identificación y localización de objetivos, enmascarados o no, estacionados o en movimiento, y con un alcance de 70 a 150 km,s. o superior.
- Capacidad de empleo día y noche, en cualquier condición meteorológica y en escenario con contramedidas electrónicas.
- Transferencia en tiempo real, de los datos obtenidos.

### *Medios y capacidades*

Destacar que el E.T. tiene en plantilla, en el Regimiento de Inteligencia (RINT), dos Secciones de UAV,s (CÍA de OBTENCIÓN) de medio y largo alcance, no disponiendo de ninguno de ellos, y en el MACA (GAIL), una Sección de UAV,s, que no se encuentra activada por carecer de estos medios.

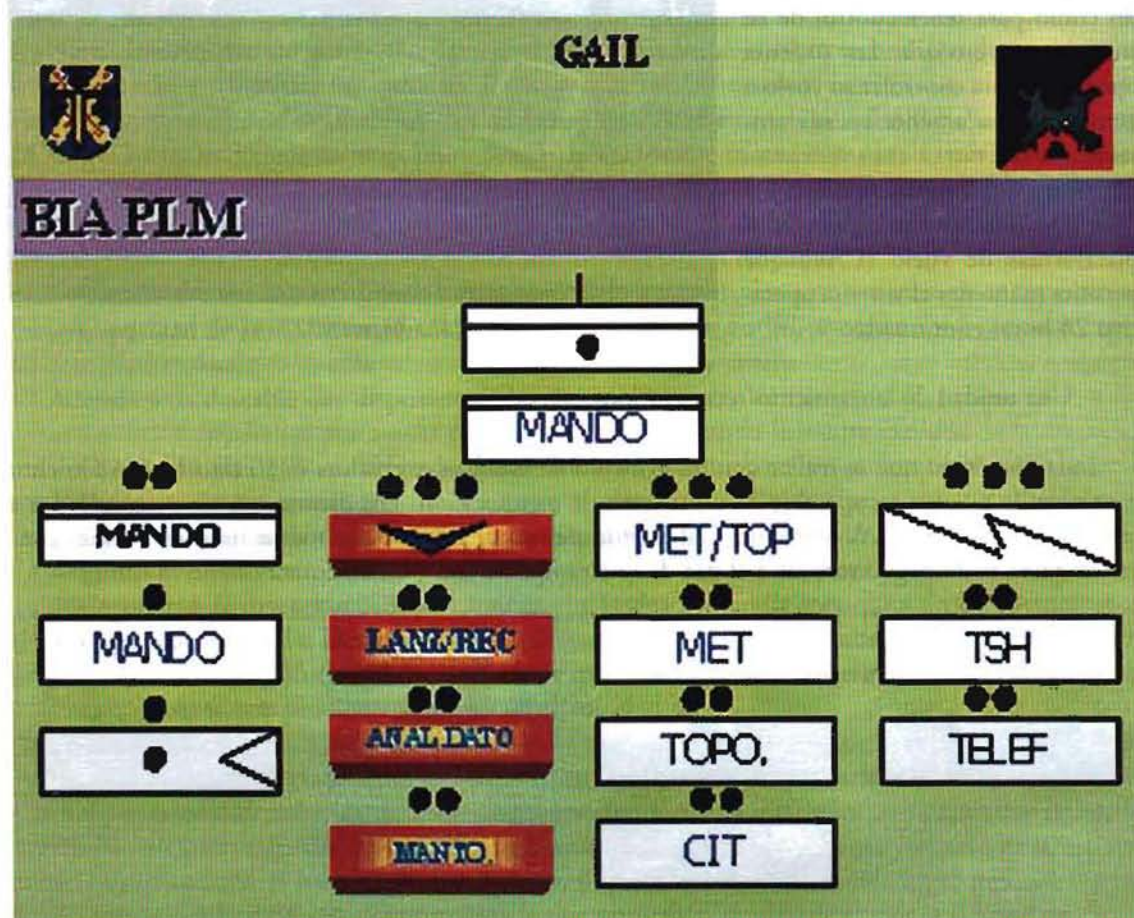


Figura2

Respecto a las capacidades actuales de obtención de información y vigilancia del Campo de Batalla, el ET únicamente dispone de capacidad de obtención de inteligencia IMINT hasta 10 Km,s y aún a esta distancia, los medios con los que cuenta no son lo suficientemente versátiles ni tienen las suficientes capacidades. La adquisición de objetivos y la corrección del tiro de la artillería, se realiza por procedimientos humanos, con medios de observación que no superan los tres Km,s



## REQUISITOS Y CARACTERÍSTICAS

### *Características operativas*

Disponer de un Sistema de Vehículo Aéreo no Tripulado Táctico permitiría la información y vigilancia del Campo de Batalla, la adquisición de objetivos y corrección de fuegos hasta una distancia de 70 a 150 Km,s. El sistema debería de ser de estructura y organización modular así como de fácil transporte y despliegue; con una composición mínima y unas capacidades necesarias recogidas a continuación:

#### (1) Composición mínima:

- Una estación de control en tierra (CGS)

Es el lugar donde se intercambia información con el vehículo tanto para recibir lo que esta viendo como para tener control de su situación y enviarle las ordenes oportunas para controlar su vuelo o actuar adecuadamente en sus sensores.

- Un número mínimo de 4 plataformas de vuelo (UAV) que permita mantener el sistema operativo 24 horas continuadas.

- Una unidad de lanzamiento/recuperación.

Toda operación que se realice con un vehículo de estas características va a exigir un lanzamiento y en caso de que sea recuperable de un sistema de recuperación. Los distintos sistemas empleados a la hora de lanzar un UAV son el procedimiento de rodaje normal que suelen usar los aviones convencionales, el despegue vertical o el uso de una rampa de lanzamiento.



Figura 4



Figura 5



- Una estación terrestre de datos (GDT)

Contiene los subsistemas de radiofrecuencia para la comunicación tierra-aire. Los UAV,s poseen determinados sensores para reconocer la ruta y el destino, estos requieren de un sistema de transmisión de datos para el enlace con las distintas estaciones de control.

- Una unidad de mantenimiento.

Que realizara el mantenimiento y proporcionará las piezas de repuesto durante el ciclo de vida así como el asesoramiento técnico.



Figura 6

## (2) Capacidades:

El sistema debería de disponer de las siguientes capacidades:

- Reconocimiento y Obtención de imágenes todo tiempo, en el espectro visible e infrarrojo.
- Transmisión de datos en tiempo real y explotación rápida de la información obtenida.
- Adquisición de Objetivos, corrección de tiro y evaluación de daños.
- Actuación en ambiente de combate electromagnético.
- Capacidad de IFF/SIFF modos 1,2,3

Además sería deseable que dispusiera de las siguientes :

- Obtención SIGINT en las bandas HF, VHF y UHF.
- Designación de objetivos.
- Obtención de imágenes por Radar de Apertura Sintética.
- Difusión de productos PSYOPS.
- Capacidad de detección NBQ.
- Capacidad IFF/SIFF modo 4.

## AMENAZA

En cuanto a esta, destacar que el vehículo aéreo tiene la amenaza genérica de este tipo de materiales, concentrándose en amenaza cañón AAA, y misil AAA de muy baja cota.

Los sistemas de obtención y de transmisión de datos y el radio-guiado del avión pueden sufrir las amenazas derivadas de radiaciones electromagnéticas

## CONCLUSIONES

Tras realizar este estudio acerca de los UAV,s he llegado a la conclusión de que en los conflictos de hoy en día y los que puedan surgir en el futuro, la posesión de UAV,s se convertirá en un elemento fundamental e indispensable para el Mando a la hora de poder obtener la información necesaria de



la maniobra en tiempo real, además de que se puedan usar para realizar otras misiones que por el alto grado de atrición que estas puedan tener, recomienden el empleo de estos medios.

La tecnología de los UAV, ha llegado a madurar después de unos años de desarrollo del sistema. El hecho de que sigan emergiendo programas de UAV,s en todo el mundo revela la existencia de una verdadera necesidad militar, de estos sistemas. Con el fin de la guerra fría, la existencia de un masivo ataque sobre Europa por parte de los países del Este, es considerado hoy en día muy poco probable, sin embargo, otras amenazas son menos predecibles, como estamos viendo en estos últimos años, lo más común es un conflicto regional que requiera el despliegue de fuerzas multinacionales equipadas con las más modernas capacidades. Los conflictos de baja intensidad traerán sus propios requerimientos militares, algunos de los cuales se necesitarán en una mayor proporción. Los UAV,s proporcionan interesantes opciones para mejorar capacidades, especialmente en lo relacionado con la vigilancia, reconocimiento, adquisición de objetivos y comunicaciones de una forma práctica y económica, y aunque el uso de los mismos es relativamente reciente y todavía su concepto de empleo necesita ser desarrollado, algunos países tienen ya experiencia en su utilización, la cual esta siendo compartida y tratada en foros internacionales con nuestros aliados.

España, como bien sabemos tiene espacios de soberanía no cubiertos ni por la OTAN, ni por la UEO, ni por la UE, lo que hace que la necesidad de actuación unilateral, en caso de agresión a dichos espacios, tenga cada vez una constatación más meridiana, como ocurrió en el caso de Perejil. Además, estos espacios de soberanía son discontinuos, siendo por tanto los UAV,s elementos muy útiles para ser usados en estas zonas y conseguir de esta forma la pertinente información que requiera el mando, y a su vez además, estos podrían ser empleados como elemento auxiliar para la vigilancia de fronteras.

Quizás, el requerimiento más complicado, es su viabilidad para volar en tal amplitud de misiones y escenarios, este problema no es tan grande cuando las operaciones se realizan en áreas restringidas de una sola nación, la complicación surge cuando el UAV, debe operar en un espacio aéreo no res-



Figura 5



tringido y controlado por una coalición, en las que el UAV. no sólo debe cumplir con las certificaciones militares, que son las que requiere cuando opera dentro de un espacio aéreo de uso restringido a las FAS, pero actualmente, y dentro de los conflictos de baja intensidad y misiones de paz, este vehículo coincide con otras aeronaves no sólo militares, por lo que debe también cumplir con la normativa civil. Esto trae una consecuencia, que el desarrollo de los mismos se realice de acuerdo o en consonancia con los requerimientos de los aviones tripulados.

La velocidad de los actuales medios mecanizados y el alcance de las armas hacen imprescindibles contar con elementos capaces de proporcionar al mando información, en tiempo real, o casi real, sobre adquisición y localización de objetivos, y de verificar la situación de las unidades propias y enemigas a distancias hasta ahora impensables. El tiro de la artillería es un caso particular de enorme importancia, pues si la tecnología actual permite conseguir fuegos potentes y lejanos, de muy poco servirán si no son también precisos y oportunos. Los vehículos aéreos no tripulados (UAV,s) permiten resolver estos problemas. La tecnología GPS y el tratamiento y transmisión digital de datos en satélites, aviones espías y de alerta lejana (awacs) pueden proporcionar la información estratégica necesaria, pero las unidades requieren información táctica algo mas cercana, que puede ser obtenida mediante UAV,s.

Para concluir, la principal consecuencia de seguir como en la actualidad, es decir sin disponer de UAV,s, es que se continuará con el vacío de información del Campo de Batalla precisamente en la zona de decisión, manteniendo nuestra dependencia de información de otros países que dispongan de los medios necesarios, medios que, aunque se pongan a disposición de organizaciones multinacionales, siempre se mantienen bajo control nacional. Además, seguirá la carencia detectada para corregir el tiro de artillería a medio y largo alcance.





## NUEVO JEFE DEL MACA GENERAL DE BRIGADA DE ARTILLERÍA D. TOMÁS RIVERA MORENO

Nació en Ferrol el 7 de marzo de 1952. En julio de 1970 ingresa en la Academia General Militar, donde tras cursar los estudios reglamentarios, recibe el despacho de Teniente de Artillería en 1974. Pertenece a la XXIX Promoción de la Academia General Militar y a la 262 de Artillería. Está casado y tiene seis hijos.

### DESTINOS

Su carrera militar se ha desarrollado prestando sus servicios en las siguientes Unidades: CIR nº 4, RAMIX 95, GACA ATP XI, Academia de Artillería, Regimiento de Artillería Lanzacohetes de Campaña, RACA Nº 11, Unidad Móvil de Reparaciones de Campaña, Escuela de Estado Mayor del Ejército, Dirección de Abastecimiento y Mantenimiento, Estado Mayor de la Capitanía General de Canarias, Dirección de Enseñanza, Estado Mayor del Ejército, Jefe del GACA ATP XII, Gabinete Técnico del Jefe del EMAD, Jefe del RACA Nº 20.



### CURSOS

Ha realizado los siguientes cursos: Curso Práctico de Automovilismo, Diploma de Especialista en ATP, Curso de Calculadoras Manual y Programable, Diploma de Aptitud para el Servicio de Estado Mayor, Curso de Orientación de Oficiales de Estado Mayor Simplificado ACE (Academia OTAN), Diploma de Especialista NBQ y Curso Operaciones Mantenimiento de Paz.

### TITULOS CIVILES

Diploma de Altos Estudios Internacionales de la SEI.

### IDIOMAS

Francés.

### CONDECORACIONES

Está en posesión de la Placa, Encomienda y Cruz de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, 5 Cruces del Mérito Militar de 1ª clase con distintivo Blanco y la Medalla del Sahara.

Nombrado Jefe del Mando de Artillería de Campaña por Orden DEF/1157/2006, de 7 de abril (BOD nº 80 de 25 de abril de 2006).



## LA DEFENSA CONTRA MISILES BALÍSTICOS DE TEATRO: EL CASO DE ESPAÑA Y LA ARTILLERÍA ANTIAÉREA (2.ª PARTE)

D. ENRIQUE BARBASÁN CASAS  
Coronel de Artillería

### 1.2.5. La carga de guerra y la dificultad de interceptación

La cabeza de guerra puede hacer todo el vuelo del misil dentro de éste o puede ir alojada en un vehículo de reentrada (RV). Ésta es la solución más frecuente para aquellos misiles que realizan parte de su trayectoria fuera de la atmósfera. Es frecuente la existencia de múltiples RV (MIRV) en un misil que, en este caso, irán alojados en un solo vehículo portador, provisto de motor propio para proporcionar guiado al conjunto, de modo que pueda apuntar independientemente cada RV. Cada RV contiene la carga de guerra en una estructura cónica con los elementos de espoletado y armado. Un RV típico suele tener 1 m de longitud, con un diámetro de la base de 0,5 m y un peso de 150 Kg. Si comparamos estas dimensiones con las del objetivo típico de las defensas antiaéreas (18 m x 13 m para un caza F-18, que no es un avión muy grande), apreciaremos otra gran dificultad, consistente en la detección de un objeto de poca sección radar y el impacto en un objeto pequeño.

El vehículo portador se separa del resto del misil en la fase intermedia de la trayectoria y recorre ésta acompañado por estos restos o "*debris*" (la última etapa del motor, granos o partículas procedentes de la propia combustión, muelles, paneles, arandelas), lo que hace difícil para la DA, la discriminación entre RV y restos inútiles. Al reentrar en la atmósfera, se produce la separación de todos estos objetos, debida a sus diferentes formas y pesos y entonces, los restos vuelven a presentar otra dificultad, debida a que tardan mucho en caer y forman una nube de objetos metálicos, que pueden enmascarar la llegada de otro misil posterior. Cuando el RV dispone de medios para maniobrar, puede aumentar su precisión (al contrarrestar las inestabilidades inevitables) y añadir una dificultad más a la defensa, debido al problema añadido de interceptar un objeto que maniobra.

### 1.2.6. Precisión

Es bien conocido el hecho de que cualquier proyectil o cohete de artillería tiene una dispersión inevitable, mayor en términos absolutos cuanto mayor es la distancia. También son razonablemente conocidas las causas de la misma. Pues bien, a un BM le ocurren más vicisitudes que a aquellos (salida y entrada en la atmósfera, separación de etapas del motor...etc.) y con más intensidad (más velocidad, más duración de la fase propulsada...etc.), por lo que, desde el principio, han estado dotados de métodos de guía (de ahí la calificación de misiles) para acercar la trayectoria real a la balística deseada, compensando los efectos de las perturbaciones citadas. Estos métodos de guía están presentes siempre en la fase de impulsión (por medios inerciales), muchas veces en la intermedia (ICBM sobre todo) y a veces en la final.

Las principales causas de error en la fase de impulsión son los propios sensores inerciales, las condiciones iniciales y el apagado del motor. Entre las condiciones iniciales se encuentran la orientación



del lanzador y sus coordenadas. Velocidad y dirección del viento en todas las capas de la atmósfera, densidades del aire, precisión en el momento de finalizar la impulsión (afecta a módulo y argumento del vector velocidad) y medida precisa del campo gravitatorio que va a encontrar el misil durante todo el vuelo y la precisión en las coordenadas del objetivo, suman sus efectos aumentando la dispersión. Algunos métodos de guía de fase intermedia están asociados a medidas goniométricas a cuerpos estelares. En la fase final pueden emplearse métodos de guía inercial, GPS, radar u optrónica, que son frecuentes en misiles de corto alcance.

La siguiente tabla da idea<sup>1</sup> de la variedad de precisiones.

TIPO DE MISIL	ALCANCE	CEP
SS-1 'Scud B' (R-17)	250 Km.	450 m
CSS-7 (DF-11A /M-11)	280 Km.	20 o 200 m
SS-X-26 'Stone' (9M72 Tender)	400 Km.	10 to 30 m
Al Hussein	500 Km.	1.000 m
No-dong (Shahab 3/Ghauri 1)	1,300 Km.	2.500 m
CSS-5 (DF-21A)	2,500 Km.	50 m
Agni 2	3,000 Km.	40 m
SS-25 'Sickle' (RS-12M)	10,500 Km.	200 m
UGM-133 Trident D5	12,000 Km.	90 m

La precisión del misil va asociada íntimamente a su eficacia, para una potencia destructora de la cabeza de guerra, dada. La inversa también es cierta: la precisión necesaria disminuye con el aumento de potencia de la cabeza de guerra.

### 1.2. 7. Las tácticas empleadas por el agresor

Como se dispone de la posibilidad de emplear otras trayectorias distintas a la de máximo alcance, pueden explotarse las características de mayor velocidad de impacto de la trayectoria de primer sector (depressed), o la mayor altitud del apogeo o mayor ángulo de picado de la de segundo sector (lofted) (ver 4ª figura de la primera parte de este artículo en memorial de diciembre de 2005).

El lanzamiento en salva lo emplea el agresor para saturar las defensas. Asimismo puede emplear simultáneamente misiles de diferentes alcances, disparados en distintos momentos, para conseguir que impacten simultáneamente sobre un objetivo. Finalmente, puede optar por el ataque simultáneo a múltiples objetivos.



El uso por el agresor de maniobras terminales o de cabezas de guerra con submuniciones, complica la tarea de la defensa.

Un aspecto llamativo de la guerra del Golfo, fue que Irak estuvo cerca (tal vez sin saberlo) de provocar que las defensas rebasasen su capacidad de recargar los lanzadores, así como de reponer los interceptores consumidos transportando los misiles PATRIOT desde las instalaciones logísticas hasta los lanzadores<sup>1</sup>. Dada la carestía de estos misiles, no debe descartarse la posibilidad de que se agote la disponibilidad total de una nación pequeña.

### **1.2.8. El uso de Contramedidas**

Algunas contramedidas son típicas del combate tradicional: disminución de la firma radar o IR del misil atacante ó empleo de perturbación radar o de Chaff.

En el caso de los misiles que abandonan la atmósfera, existe una contramedida sencilla que plantea por ahora el más difícil reto a las defensas que pretendan interceptarlos durante su fase intermedia: El empleo de señuelos (decoy). En efecto, el vehículo portador de los RV hincha y despliega una serie de globos de superficie metalizada, que simulan su firma radar y le acompañan durante esta fase, haciendo imposible para el interceptor distinguir entre el señuelo y el objetivo, más si éste se incluye dentro de otro globo. Esto obliga al defensor a lanzar un número inaceptable de interceptores o emplear nuevas técnicas, aún por desarrollar.

## **1.3. La proliferación**

### **1.3.1 Más sobre tratados**

Cuando sólo un selecto grupo de potencias tenía armas de destrucción masiva y los vectores adecuados, era más "sencillo" establecer acuerdos, vigilar su cumplimiento y prever las reacciones del otro. Aún así, vectores y tecnologías fueron extendiéndose y los sucesivos tratados intentaron controlar esta tendencia.

Podemos citar a título de ejemplo<sup>2</sup>: El tratado de "No proliferación" de 1970, acerca de armas nucleares, la "convención sobre armas biológicas y toxinas", sobre armas, medios de dispersión y equipos, de 1972, el documento sobre "régimen de control de tecnología misil", de 1987, que incluye el control de transferencia de armas de destrucción masiva y sus componentes así como de los misiles y otros medios de lanzamiento, y de la tecnología, equipo e instalaciones de diseño y fabricación de estas armas (desgraciadamente, no es un tratado y el control real descansa en la responsabilidad de cada nación signataria), la "convención de armas químicas" de 1993, que prohíbe la transferencia, fabricación, almacenamiento, o uso de las mismas, el empleo de algunas sustancias en procesos industriales, así como prevé la destrucción de lo existente y los medios de verificación, el "acuerdo Wassenaar" de 1995, que intenta controlar la exportación de materiales, componentes o sistemas empleados en la fabricación de armas de destrucción masiva y convencionales, con su cambio de 2005, que incluye expresamente la venta a organizaciones terroristas o individuos, o el "código de conducta internacional contra la proliferación de misiles balísticos", firmado en La Haya en Noviembre de 2002.

No hay que olvidar los tratados START 1 de 1991 y START 2 de 1993, o el posterior SORT de 2002 (sustituye en la práctica al START 2), que reducen los arsenales nucleares a valores muy inferiores a los de los tratados SALT.



### 1.3.2. La nueva situación y los estados "gamberros" (rogue states)

Tras la operación "tormenta del desierto", los EEUU comenzaron a tomar en serio la amenaza procedente de otros países que no fueran China o Rusia. Estos estados, definidos como "agresores regionales", pasaban a ser considerados la mayor amenaza para la seguridad norteamericana y la paz mundial<sup>3</sup>. Entre éstos estaban Irak, Irán, Corea del Norte, Cuba, Siria, Libia y, a veces, China. Sus características son: Estados con políticas agresivas, que persiguieran el desarrollo de armas nucleares, empleasen el terrorismo, y tuviesen un sistema de gobierno totalitario. El problema que presentan es que no puede emplearse con ellos la estrategia clásica de disuasión, ya que están dispuestos a asumir riesgos que otros consideran inaceptables y suelen sentirse en situación desesperada en los intentos de negociación.

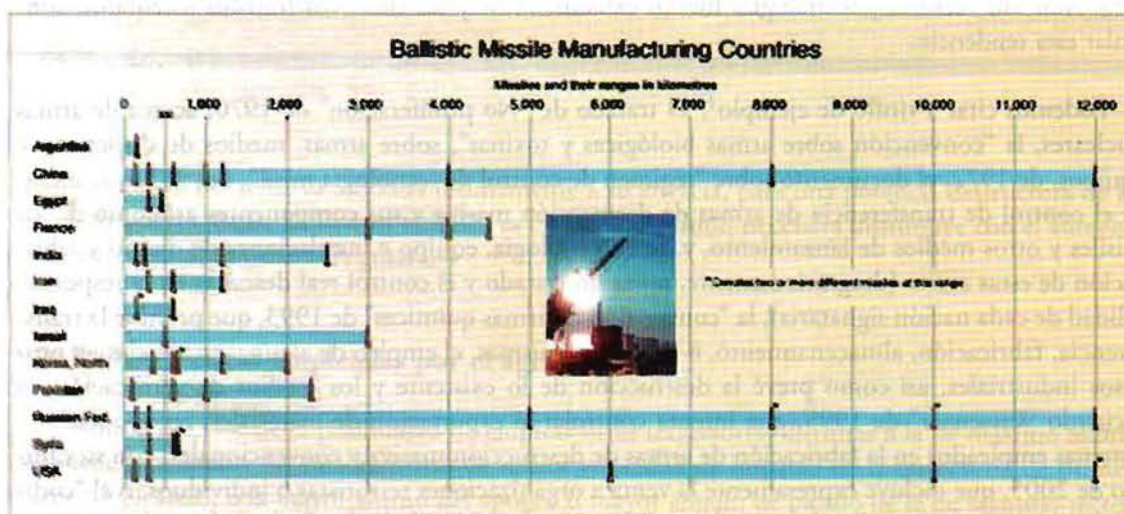
La disolución de la URSS en 1991, la difusión mundial de la tecnología (mucho de ella "de doble uso") y la aparición de estados "gamberros" agravan la situación al producir:

- Una dispersión de científicos capacitados,
- la aparición, en estados débiles, de mafias capaces de eludir las restricciones,
- la mayor facilidad para adquirir o fabricar componentes de tecnología punta
- y la existencia de clientes, dispuestos a arrostrar gastos y riesgos.

Como puede verse fácilmente, se trata aquí de un problema doble: La proliferación de vectores y la de armas NBQ. Por la información disponible, parece ser que lo más sencillo es vigilar la proliferación de vectores. En el caso de los misiles balísticos, se difunden con carácter más o menos clasificado datos acerca de qué misiles, en qué cantidad y quién los fabrica o quién los compra.

Las siguientes tablas no son más que un ejemplo de la abundancia de datos. Como puede apreciarse, los más extendidos son los de corto y muy corto alcance.

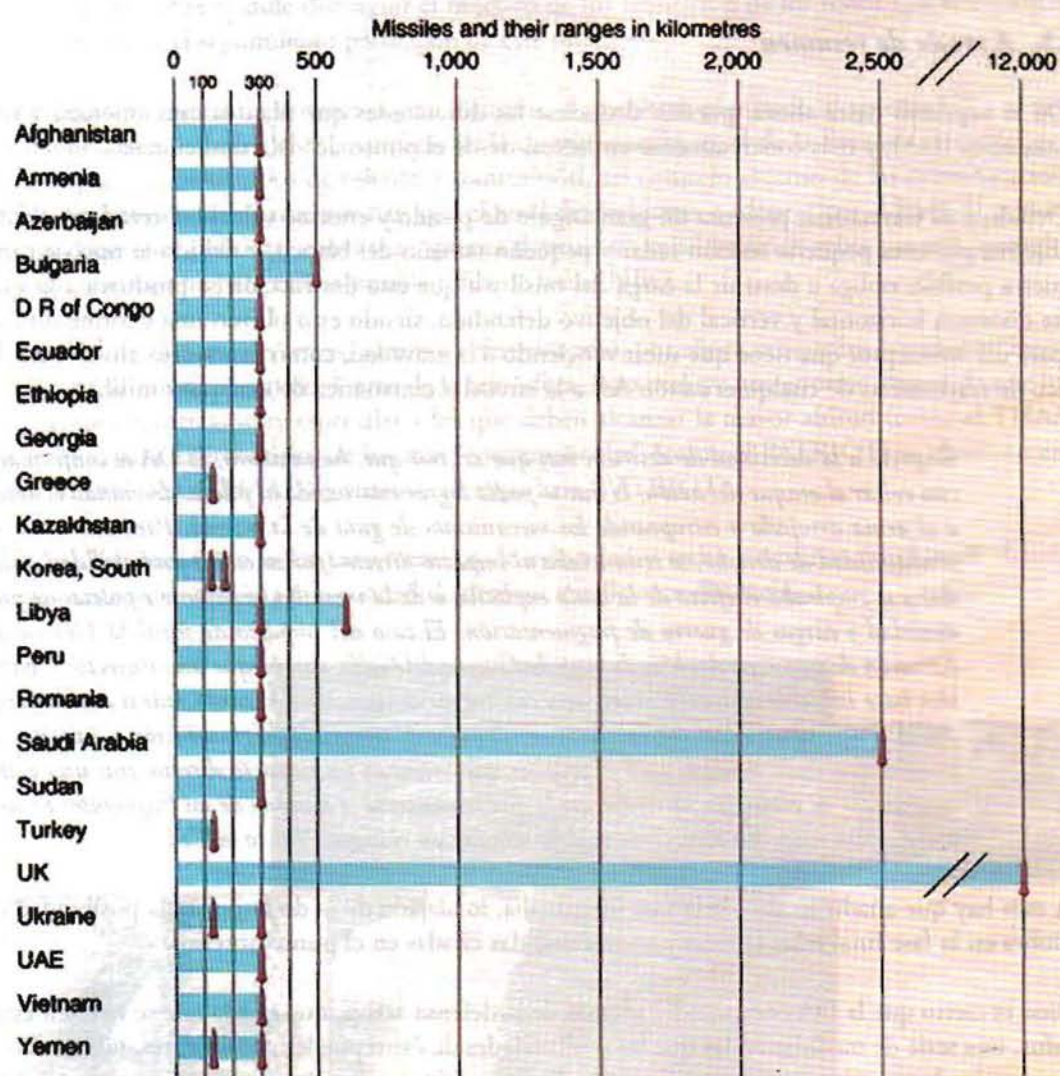
La dificultad respecto al control de proliferación de armas NBQ queda demostrada por los recientes acontecimientos de Irak (ya citados), Irán o Corea.



Un dato muy importante a la hora de planear los programas de defensa, es el tiempo que necesita una nación, que no disponga de estos medios, para obtenerlos y estar lista para su empleo eficaz. Recientes declaraciones de representantes del departamento de estado de EEUU<sup>4</sup> aportan el dato de cinco años.



## Ballistic Missile Purchasing Countries



Otra dificultad es la de analizar y prever la intención de uso. Ya en el caso de la guerra del golfo, Irak disponía de armas de destrucción masiva, pero, utilizando la amenaza de su posible empleo, no llegó a utilizarlas. Esto puede resultar más o menos fácil de predecir. Por poner un ejemplo burdo, aún en el caso de que países vecinos como los actuales Marruecos o Argelia dispusieran de estas armas, es muy difícil que llegasen a emplearlas en un conflicto aislado contra una nación OTAN, tal como España, dadas sus relaciones con el mundo Occidental.

Por último, la clásica división (actualmente en entredicho) de la DA, entre la proporcionada al territorio nacional (TN) y al teatro de operaciones (TO), mueve a considerar o bien los países vecinos y el alcance de sus misiles ó bien una evaluación más genérica de la amenaza, que considerase la defensa de fuerzas proyectadas. Esta última, es la razón por la que España inició su preocupación por disponer de una defensa contra misiles balísticos, en concordancia con los esfuerzos ALTBM de la OTAN, que se describirán posteriormente. En cuanto a la primera posibilidad, parece que sólo Libia



dispone actualmente de este tipo de misiles y su alcance no parece suficiente como para amenazar a España.

### 1.3.3. A modo de resumen

De lo expuesto hasta ahora, pueden deducirse las dificultades que plantea esta amenaza a una defensa aérea (DA), y más concretamente antiaérea, desde el punto de vista tradicional:

Debido a su trayectoria, presenta un gran ángulo de picado y enorme velocidad terminal, el tipo de objetivo presenta pequeña sección radar y pequeño tamaño del blanco, y debido al tipo de carga de guerra posible, obliga a destruir la carga del misil y a que esta destrucción se produzca a la suficiente distancia horizontal y vertical del objetivo defendido, siendo esto último una enorme dificultad para un interceptor que tiene que subir venciendo a la gravedad, como muestra la envolvente del gráfico de trayectorias de cualquier cañón AA o la envuelta cinemática de cualquier misil.

*Respecto a la necesidad de destruir, hay que aclarar que, hasta ahora, la DA se conformaba con evitar el ataque del avión, lo que se podía lograr estorbando al piloto, desviando el avión o el arma arrojada o estropeando los mecanismos de guía de la misma. Para aumentar la probabilidad de derribo, se renunciaba al impacto directo (por su escasa probabilidad aislada) y se empleaba el efecto de la onda explosiva o de la metralla, mediante espoletas de proximidad y cargas de guerra de fragmentación. El caso del impacto de misil SCUD en un barracón de tropas en Arabia, durante la Guerra del Golfo, enseña que una trayectoria balística hace inviable estas soluciones, aún con cargas convencionales, tanto más si es una carga NBQ. En la actualidad, los interceptores dotados de cargas de fragmentación y espoletas de proximidad están dejando paso a aquellos que intentan un impacto directo, tras una etapa intermedia de evolución histórica, en la que se aumentó el tamaño de los fragmentos producidos. Esta moderna tecnología es denominada en el argot, "hit to kill".*

A esto hay que añadir lo alto de la fase intermedia, lo alejado de la de impulso, la posibilidad de maniobra en la fase final o las tácticas y contramedidas citadas en el punto anterior.

Bien es cierto que la DA comprende, además de la defensa activa, que es a la que se refieren estos párrafos, una serie de medidas en las que las posibilidades de éxito pueden ser mayores, tales como la defensa pasiva (protección NBQ, fortificación, diseminación, ocultación...etc.) o las acciones ofensivas o medidas de "contrafuerza" (ataque a los lanzadores u otros medios enemigos). Todas ellas, dirigidas por el sistema de dirección de la batalla, mando, control y comunicaciones (BMC3), son denominadas los pilares de la DA<sup>5</sup>. Debe notarse que el concepto OTAN actual es el de DA extendida, al incluir entre sus objetivos los misiles, tanto balísticos como de crucero u otros como los superficie aire. A su vez, el concepto de EEUU de defensa contra misiles de teatro (TMD), incluye los misiles balísticos de Teatro (alcances hasta 3.000 Km.), además de los cohetes, misiles de crucero o misiles superficie-aire<sup>6</sup>.

Todas las funciones clásicas del sistema de DA son necesarias aquí y requieren diversos componentes, que se enfrentan a dificultades nuevas en la lucha contra el BM, para las que la solución puede ser muy difícil. La capacidad para esta lucha (ATBM) del sistema completo va a exigir, pues, modalidades y sensores distintos a los tradicionales:

Respecto a la detección, a la pequeña sección radar, se añaden los enormes alcances implicados que, dada la curvatura de la tierra, hacen imposible que un radar basado en tierra detecte una parte sustancial de la trayectoria del BM. Como ejemplo, un radar basado en tierra a nivel del mar, que opere en UHF (250 a 500 MHz) no verá objetos por debajo de 1.900 Km. de altitud a una distan-



cia de 5.000 Km. A 2.000 Km. la mínima altitud será de 400 Km. y a 800 Km. será de 100 Km. Además, como sensor goniométrico que es el radar, a estas distancias la conversión de su precisión y de su resolución angular en metros plantea un problema, por ahora no superado, en el aspecto de la resolución, lo que le impide distinguir el objetivo de los señuelos o de los restos que le acompañan. La localización y el seguimiento participan de este problema.

Respecto a la toma de decisiones y su difusión, el problema planteado al sistema C2 y al propio sistema de armas, aparte del mencionado de la discriminación, es el de la limitada duración de trayecto respecto a los tiempos de cálculo y transmisión, así como lo extenso de las comunicaciones a establecer. Téngase en cuenta, además, que el nivel de decisiones a adoptar por el BMC3I es nuevo e incluye decisiones políticas, como si se intenta destruir un misil balístico sobre un país neutral, con el riesgo que supone para éste la posible caída de restos NBQ.

Al nivel del sistema de armas, vamos a referirnos sólo, por ahora, a aquellos basados en interceptores que realizan su cometido dentro de la atmósfera. Esto incluye una enorme altitud, lo que impone unas características muy especiales a los que deben alcanzar la mayor altitud (como el THAAD), por lo que, para diferenciarlos de los más "convencionales" (como el PATRIOT) se clasifican en sistemas de capa alta (THAAD) y sistemas de capa baja (PATRIOT).

Ya se han mencionado las características de velocidad y techo necesarias en el misil, debidas al escaso tiempo de respuesta y necesidad de destruir a suficiente distancia.



Figura 1. THAAD

Existen otros problemas menos triviales, relacionados con la capacidad de maniobra necesaria, trayectoria más conveniente a seguir, método de guía adecuado...etc., relacionados con la velocidad del objetivo, posibilidad de maniobra del mismo y precisión a conseguir (recuérdese la aspiración al impacto directo "hit to Kill"): En primer lugar, cada tipo de trayectoria tiene unas exigencias cinemáticas distintas, siendo la más exigente el alineamiento y la ideal, la colisión<sup>7</sup>. Como ésta es difícil de implementar con los sensores a bordo de un misil, la solución tradicional ha sido la de la nave-



gación proporcional, basada en el sensor goniométrico a bordo (radar o infrarrojo (IR)) y sensores inerciales de velocidad de giro (rate gyro), que son los casos de HAWK, ASPIDE, MISTRAL...etc. (el ROLAND utiliza alineamiento) La distinta exigencia cinemática de cada tipo de trayectoria significa la necesidad de una mayor capacidad de maniobra por parte del misil o, en su defecto, aceptar distancias de paso más grandes.

Por otra parte, la velocidad del objetivo influye de modo que, cuanto mayor es, mayor capacidad de maniobra debe tener el interceptor. En efecto, en el caso de la navegación proporcional, para que el misil gire al encuentro del objetivo, debe proporcionársele una aceleración normal, directamente proporcional a la velocidad de aproximación misil-objetivo (además de al valor de la constante de navegación y de la velocidad de giro de la línea de situación misil objetivo)<sup>8</sup>. Por otra parte, la aceleración lateral del misil en este tipo de trayectoria siempre es superior a la del objetivo que maniobra. Resumiendo: En el caso de dos misiles al encuentro, el misil interceptor necesita de enormes aceleraciones laterales, que éste debe resistir sin romperse y que debe proporcionar su aerodinámica. Cuando las posibilidades de maniobra del misil se ven desbordadas, no alcanza al objetivo.

Esto explica porqué los misiles de más alcance (que ya se expuso en la primera parte que son los de mayores velocidades terminales) son más difíciles de interceptar y porqué la capacidad antimisil balístico de un interceptor suele exigir el empleo de una trayectoria de colisión, en lugar de una de navegación proporcional. Esto tiene enorme influencia en las capacidades de misiles de diseño antiguo como el HAWK y los sistemas de guía de los más recientes, como el PATRIOT. Se insiste de nuevo en la limitada capacidad de los sistemas más conocidos, que suelen matizar "en letra pequeña" al referirse a su posibilidad de interceptar misiles de corto (como mucho, medio) alcance. Aún así, la probabilidad de interceptación para un interceptor aislado y su objetivo típico en condiciones ideales es baja. Algunas referencias apuntan a que puede estar entre un 60% y un 70%. Esto hace necesaria la doctrina de empleo de disparar al menos dos misiles defensivos, lo que puede elevar la probabilidad al 91%<sup>9</sup>.

En cuanto a los sensores en tierra del sistema de armas, dado el ángulo de picado con que se acerca el objetivo, el diagrama de cobertura del radar de adquisición debe diferir del habitual, olvidándose del horizonte y buscando el zénit. Este hecho, unido al del escaso tiempo de respuesta, que obliga a variar los periodos de refresco de la exploración, impiden que el radar pueda compartir esta tarea con la de vigilancia tradicional, necesitándose habitualmente otro equipo radar adicional, asociado al sistema, con funciones de "cueing" o, incluso, de adquisición.

Para el sistema C2 del propio sistema de armas, el problema es el tiempo disponible para tomar decisiones y comunicarlas a los subsistemas. Deben modificarse las prioridades de las tareas que se comparten, eliminar decisiones humanas no imprescindibles y, en fin, disponer de un software adecuado a la misión y un hardware que proporcione la mayor velocidad de proceso y comunicaciones posibles.

Finalmente, una consecuencia conjunta de todos estos factores es que el alcance eficaz del sistema de armas se reduce mucho, con lo que el área defendida por el mismo sistema de armas en misión ATBM es mucho menor que la que defendería en misiones contra amenaza convencional, como aviones de ala fija. Por otra parte, ambas misiones pueden ser incompatibles.

#### **1.3.4. Posibilidades de la defensa: Los pros y contras de interceptar en cada fase**

Las limitaciones expuestas anteriormente se refieren a sistemas basados únicamente en sensores en tierra y sistemas de armas de misiles endo-atmosféricos basados en tierra. Estas limitaciones han obligado a intentar explotar las posibilidades que ofrece la totalidad del vuelo del misil atacante. Es decir, no sólo la fase terminal, sino también las fases de impulsión e intermedia.



En la fase de impulsión, el funcionamiento del motor produce una notable firma IR, que puede ser detectada por sensores a bordo de satélites geoestacionarios, una vez que el misil ha atravesado la capa de nubes. Otra enorme ventaja es que el área defendida por el sistema de defensa es total. Finalmente, los restos peligrosos del misil derribado caen lo más cerca posible del lugar de lanzamiento,

lo que, si la respuesta es suficientemente rápida, ocurre en el propio territorio del agresor. Otras ventajas de interceptar en esta fase son la pequeña velocidad y maniobrabilidad del misil balístico a interceptar, su mayor tamaño y su vulnerabilidad, debida a los elementos sensibles en presencia y esfuerzos a los que está sometida la estructura. Por otra parte, no ha podido desplegar contramedidas. En resumen, podría afirmarse que es la fase ideal para atacar. Requiere, a cambio, pequeño tiempo de respuesta del sistema de defensa y fiabilidad del proceso de toma de decisión.

La dificultad de esta opción, aparte de la de disponer de la red de sensores (¿satélites?) con cobertura suficiente, es la del escaso tiempo disponible, debido a la corta duración de esta fase (típicamente, un TBM puede tardar de 180 a 300 segundos en apagar el motor)<sup>10</sup> y la de la necesidad de acercarse al interceptor al imprevisible lugar de lanzamiento. Una estimación razonable<sup>11</sup> para un BM de corto alcance y un interceptor capaz de 2.000 m/s de velocidad, muestra que el vehículo de lanzamiento del interceptor debe estar situado a unos 100 Km. del punto de lanzamiento del BM. Debido a ello, EEUU está desarrollando un láser de alta potencia aerotransportado, aunque sigue existiendo el problema de cómo asegurar que el avión portador estará en vuelo y razonablemente cerca del objetivo.



Figura 3. Láser aerotransportado

los de mayor alcance, por lo que aquí nos referiremos al caso de la fase exo-atmosférica de los misiles balísticos de gran alcance (intercontinentales o ICBM y de alcance intermedio o IRBM).

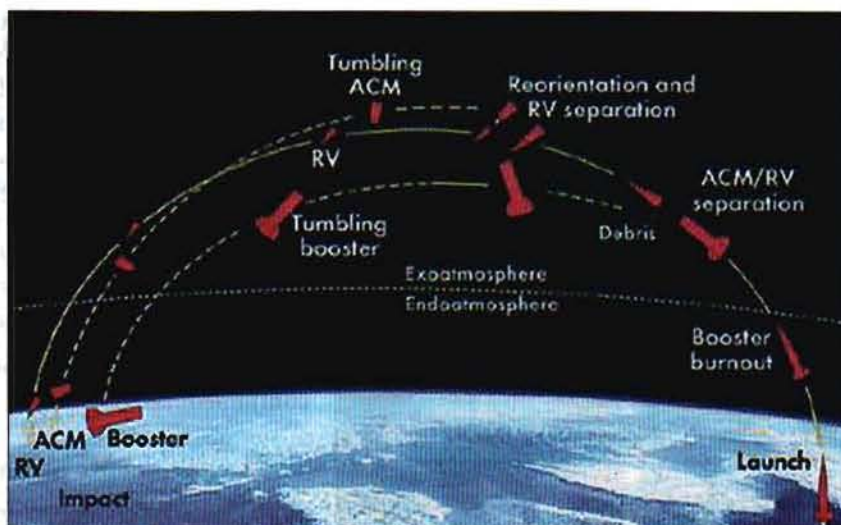


Figura 2. Fases

No obstante, también se trata de desarrollar misiles interceptadores para esta fase, como se expondrá posteriormente.

Respecto a la interceptación durante la fase intermedia, debe insistirse otra vez en que los misiles balísticos de corto alcance, que no abandonan la atmósfera presentan en esta fase unas características como objetivos similares a las que presentan en la fase final





Figura 4. Interceptador fase intermedia

Cuando se trata de destruir al misil atacante en esta fase, la cobertura del sistema de defensa es inferior al caso de intentarlo en la fase de impulsión, pero superior al caso de interceptar en fase final (valores típicos de 200 a 500 Km. por 20 a 30 Km.). A cambio, se dispone de más tiempo para el sistema de defensa (algunas referencias hablan de 20 minutos).

Los sensores necesarios suelen ser radares basados en tierra, para los que ya se ha mencionado la dificultad de discriminación entre el objetivo y las contramedidas.

Los interceptores tienen que ser misiles basados en tierra, que deben alcanzar una altitud superior a los 120 Km. lo que obliga a recurrir a misiles con un gran cohete impulsor que les asemeja más a un ICBM o un cohete espacial que a un sistema antiaéreo tradicional.

En estos casos, la interceptación correrá a cargo de una cabeza que se independiza del resto del misil (kill vehicle) y que tiene que maniobrar sin contar con las fuerzas aerodinámicas (como un satélite), no necesitando de carga explosiva, al lograr su efecto

por simple energía cinética (choque). Los sensores a bordo necesitan gran resolución, por lo que suele recurrirse a empleo mixto de sensores radar e IR.

La existencia de litoral marino razonablemente próximo a la zona de lanzamiento abre, en su caso, otra posibilidad, consistente en lanzar un misil antimisil desde un barco propio, del tipo de los apropiados para atacar en la capa alta de la fase terminal, con la esperanza de interceptar al misil muy al

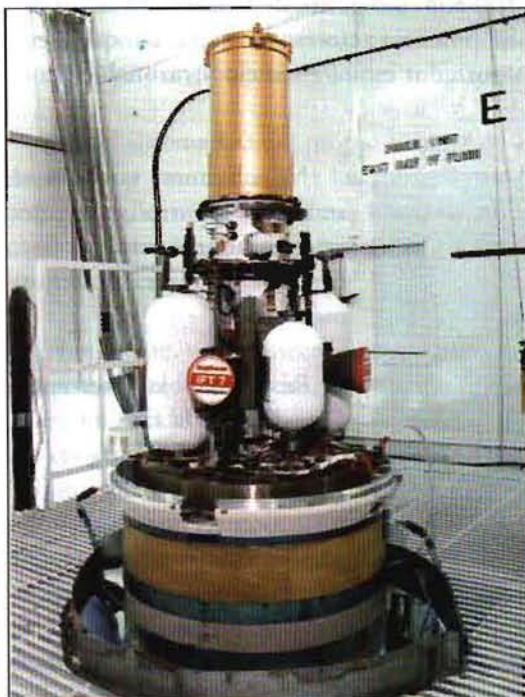


Figura 5. Kill vehicle



Figura 6. Lanzamiento SM3



principio de la fase intermedia, en la zona límite entre el final de la atmósfera y la exosfera. Esta es la que trata de explotar la US Navy con el misil Standard SM-3, integrado en el sistema de combate AEGIS, instalado a bordo de un crucero.

Para interceptar en la fase final se emplean sistemas tradicionales mejorados. Según sus posibilidades se clasifican en sistemas de capa alta (THAAD) y de capa baja. Estos últimos tienen unas limitadas posibilidades de interceptar misiles balísticos de cierto alcance y se emplearán como complemento de los de capa alta. Son los más "baratos", pero dada su limitada eficacia y su escasa cobertura, solo pueden emplearse como complemento del sistema total.

## NOTAS

- i Téngase en cuenta la naturaleza abierta de las fuentes de información y su consecuente fiabilidad y detalle.
- ii Casos del Misil PATRIOT PAC 2 o del misil HAWK con mejora de capacidad ATBM.

<sup>1</sup> DOMINIQUE AUBERT. Thunder and Lightning. Air Defense Artillery Yearbook. 1991. Air Defense artillery Association. Texarkana. pp 16 a 29

<sup>2</sup> DUNCAN LENNOX. Arms control treatys. Jane's Strategic Weapon Systems 39. <http://janes2.et.mde.es:8000>.

<sup>3</sup> IGNACIO FUENTE COBO. Defensa antimisiles y estrategia de seguridad. Revista Ejército Mayo 2002. Ministerio de Defensa Secretaría general técnica. Madrid. Pp 6 a 13.

<sup>4</sup> KERRY M. KARTCHNER. Reforzar la cooperación trasatlántica en defensa con misiles. [usinfo.state.gov/journals/itps0702/ijps/kartchne.htm](http://usinfo.state.gov/journals/itps0702/ijps/kartchne.htm)

<sup>5</sup> JOSÉ LABANDEIRA ALVARIÑO. La Defensa de Misiles de Teatro, dentro de la defensa aérea extendida. Memorial de Artillería. Junio 1997. Academia de Artillería. Segovia. pp 19 a 24.

<sup>6</sup> FM 100-12. ARMY THEATER MISSILE DEFENSE OPERATIONS. Headquarters, Department of the Army. Washington DC. 31 Marzo 2000.

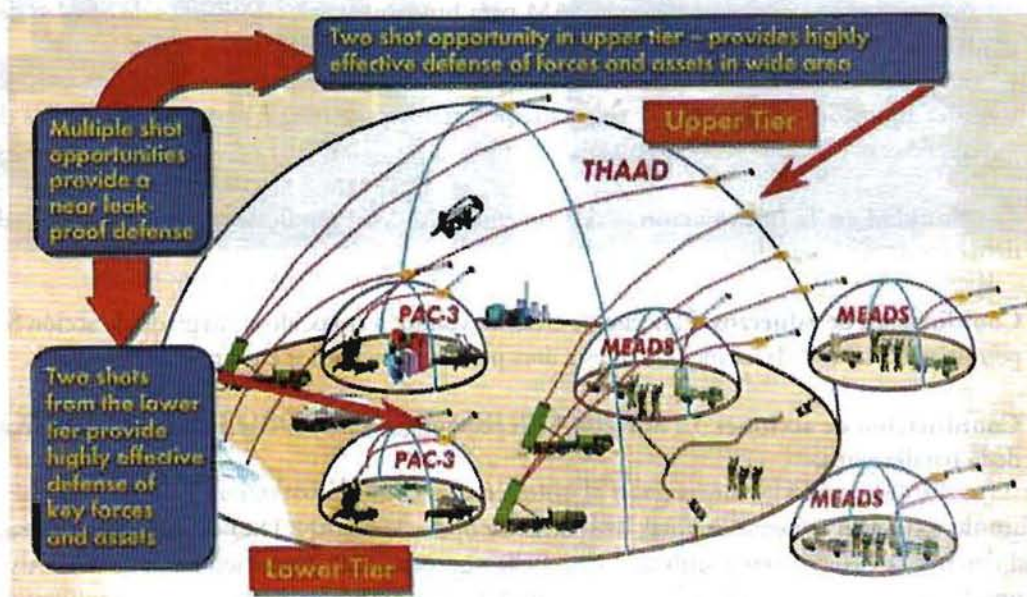
<sup>7</sup> SCHWELLINGER. Missile Technology. MBB transtechnica GmbH. Taufkirchen. Agosto de 1988.

<sup>8</sup> FRANCISCO CUCHARERO PÉREZ. Guiado y control de misiles. Ministerio de Defensa, secretaría general técnica. Madrid. 1995.

<sup>9</sup> JOSE JULIO SAINZ ORTEGA. La AAA en la defensa contra TBM,s CM,s y UAV,s. Memorial de Artillería. Diciembre 2000. Academia de Artillería. Segovia. pp 63 a 83.

<sup>10</sup> DAVE KIEFER. Missile Defence Overview. Conferencia 23 de Abril de 2002 impartida en el CESEDEN. Madrid.

<sup>11</sup> DUNCAN LENNOX. Ballistic Missile Defense. Analysis. Jane's Strategic Weapon Systems 38. <http://janes2.et.mde.es:8000>.





## CONTROL DE FUEGOS EN EL GRUPO DE MISILES HAWK

D. JESÚS PÉREZ VILA  
Capitán de Artillería

### ANTECEDENTES

En la década de los años setenta los Ejércitos del Aire español y norteamericano iniciaron un programa conjunto con el fin de modificar y mejorar el sistema SADA (Semiautomático de Defensa Aérea). Este programa, denominado COMBAT GRANDE, suponía una profunda transformación de todo el sistema, incluyendo además la posibilidad de interconexión entre el sistema SADA y sistemas SAM. Esta opción fue presentada al Ejército de Tierra en escrito del Estado Mayor del Aire, División de Planes el 25 de agosto de 1979. La propuesta del programa para conectar la central de operaciones AN/TSQ-73 de mando y control de Unidades de AAA fue aceptada en escrito del Estado Mayor del Ejército de Tierra, División de Operaciones el 27 de junio de 1979.

Ambos Ejércitos, junto a representantes de las Fuerzas Aéreas y Ejército de Tierra norteamericanos y la empresa MITRE, celebraron una serie de reuniones técnicas entre agosto y septiembre de 1982, fruto de las mismas se desarrolló el PLAN DE INTERCONEXIÓN SADA-SAM.

El objetivo era conseguir el enlace automático de datos entre ambos sistemas, con un flujo de información en tiempo real y basado en un sistema de comunicaciones compuesto por un circuito automático de datos y dos de voz, uno de estos como alternativos al de datos.

Los principios básicos que rigieron la interconexión fueron:

- **Explotación de datos.** El primer principio básico era que cada sistema proporcionara al otro la información de interés de que dispone para lograr el doble objetivo de ampliar la cobertura del sistema SADA, y coordinar con el SAM para fundamentar las decisiones de empleo de sus unidades.
- **Rapidez de información.** Basada en una red de transmisiones que permitiese que estos datos pudiesen ser explotados en tiempo real.
- **Continuidad en la información.** Para conseguir el mayor rendimiento el criterio de trabajo debía ser de 24 horas diarias.
- **Coordinación de esfuerzos.** El hecho de crear un volumen conocido e integrado de acción SAM, permitía al SADA distraer medios en esta área para incrementarlos en otra más necesitada.
- **Coordinación de acciones.** La interconexión permitía una mayor seguridad en la coordinación de la batalla aérea.

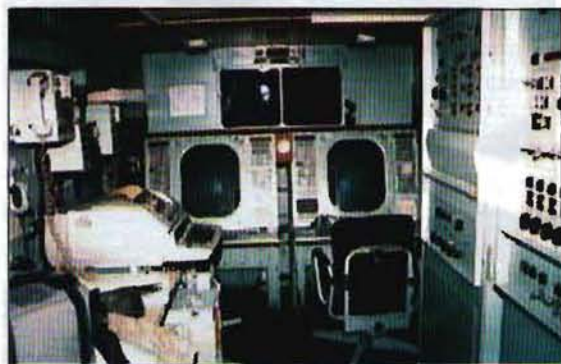
Fruto de todo este esfuerzo original, la central de operaciones AN/TSQ-73 fue capaz de conectarse al sistema de defensa aérea, utilizando para ellos un protocolo específico llamado SADA y que en resumidas cuentas era el protocolo LINK 1 con ligeras modificaciones.



A mediados de los años noventa y coincidiendo con el inicio de la transformación de las cuatro baterías HAWK a fase PIP III se decide que es necesario iniciar una profunda modificación en la central de operaciones que permita seguir realizando las mismas funciones tácticas que llevaba a cabo, poder ejercer el mando y control de las baterías HAWK de fase III, aprovechar las nuevas tecnologías e implementar las nuevas posibilidades tácticas de las baterías.

Es el departamento SED (Software, Engineering and Directorate) del Mando de Misiles del Ejército de los EEUU quien acomete estos trabajos. Como consecuencia de ellos el ocho de enero del año 2001 es recibida en el Grupo I/74 la nueva central de operaciones, que pasaría a denominarse a partir de este momento SMFD (Spanish Missile Fire Director) y que tiene como principales características táctico-técnicas:

- Hasta ocho enlaces simultáneos ATDL/UDL, un enlace SADA y un enlace LINK 11B.
- Enlace vía modem con el radar TPS-43 o radar PAR de las baterías HAWK, permitiendo utilizar estos para cubrir huecos en la cobertura radar (gap filler).
- Proceso de hasta 1000 trazas simultáneamente pero presentando en pantalla sólo las 200 de más alta prioridad.
- Posibilidad de asignaciones en automático, semiautomático y en manual.
- Programa de ayuda para identificación de aeronaves, basado en medidas de control del espacio aéreo en vigor, velocidades máximas y repuestas IFF.
- Programa de Evaluación de Amenaza y recomendación de asignaciones, que en función de la identidad de la aeronave, estado de control de las armas en vigor, punto vital a defender, perfil de vuelo de la aeronave y características de la batería (tiempo de reacción, número de misiles, posición, etc) calcula la amenaza de cada una de las aeronaves en vuelo y realiza recomendaciones de asignación para cada una de las baterías, en función del despliegue.
- Comunicaciones voz con hasta 96 subscriptores simultáneamente.
- Posibilidad de grabación y reducción de datos fácilmente exportable.
- Equipo integrado de instrucción de operadores.



Original Spanish TSQ-73 (1985)



TSQ-73 MFD UPGRADE (2001)

## CONTROL DE FUEGOS EN EL GRUPO HAWK

Ha sido este plan de interconexión el que permitió la integración del Grupo HAWK, a través de la Central de Operaciones, en el sistema de defensa aérea y ser el pionero en ejercer el control positivo de los fuegos, entendiéndose éste como la posibilidad, gracias a los medios técnicos, en ejercerlo en tiempo muy próximo al real.



Desde el principio y hasta la publicación del OR5-310 (Procedimientos Operativos de Artillería Antiaérea) las únicas referencias han sido el plan de interconexión SADA-SAM y la experiencia adquirida en el trabajo diario entre el SAM ALLOCATOR, TDO y los oficiales tácticos de las Baterías. Ser durante años la única unidad con capacidad de integración automática en el SADA, así como la existencia de enlaces permanentes tanto de voz como de datos, permitió la activación y funcionamiento diario y que los artilleros llegaran a ser considerados como un elemento más dentro de la cadena de defensa aérea.

Como ya se ha comentado, el control positivo se basa en un intercambio de información en tiempo real (o muy cercano a éste) entre los elementos de la cadena de defensa aérea. Esta situación es la deseable y las características técnicas de la MFD lo permite, pero no siempre es posible, debido fundamentalmente a limitaciones propias de los equipos (fallos en la correlación, velocidades de actualización de datos distintas), situaciones propias del combate (espacio electromagnético saturado, etc) y bajo mi propio punto de vista quizás lo más importante, fallos de personal, lo que puede englobar desde falta de experiencia, saturación o incluso falta de la instrucción adecuada. Recordemos, por ejemplo que del mismo SAM ALLOCATOR podrían depender hasta cuatro Unidades de Defensa distintas.

Lo anterior nos lleva a afirmar que se deben establecer una serie de procedimientos, lo más depurados y claros posible, que permitan la reacción inmediata y el control cuando las condiciones impiden ejercer el positivo adecuadamente. Éste, al que llamamos Control por Procedimiento, que debe ser la base de la instrucción, es mucho más restrictivo que el control positivo pero muy poco vulnerable a la degradación. Como consecuencia de lo anterior el control de los fuegos del Grupo HAWK reside en una mezcla de tanto de técnicas de control positivo como de procedimiento, lo que nos permitirá seguir operando adecuadamente en las condiciones adversas que se generan durante el combate.

Pero, ¿cuál es la solución para que el control de fuegos se pueda llevar a la práctica eficazmente?. Según marcan los procedimientos OTAN, el Oficial Táctico es el responsable último, independientemente del modo de operación en el que se encuentra, de hacer fuego, por lo tanto, es responsabilidad de aquel que ejerce el Control Táctico de proveerle de todos aquellos parámetros que le permitan la identificación correcta y como consecuencia de ella iniciar la acción táctica adecuada, teniendo como fin último cumplir la misión evitando el combate fratricida. Para ello, es fundamental conocer:

- Criterios de identificación en vigor.
- Medidas preventivas en vigor.
- Reglas de empeño (ROE,s)
- Criterios de autodefensa que se aplican una vez canceladas las ROE de tiempo de paz.
- Criterios para calificación blancos como pop-up y emisores de ECM.
- Doctrina de fuego.
- Medidas de control del espacio aéreo activadas.
- Estado de control de las armas ordenado.





Es piedra angular en la actuación de cualquier sistema de defensa antiaérea conocer la medida preventiva de la defensa que se encuentra en vigor (normal, contrasorpresa, contragresión). Los procedimientos establecidos deben especificar claramente la actuación del oficial táctico en cada una de las situaciones de la defensa en la que puede encontrar.

Antes de la declaración de contragresión, el modo de operación centralizado y el estado de control de las armas prohibido será la situación normal. Lo anterior reduce la actuación de los oficiales tácticos al cumplimiento estricto de las órdenes de control de los fuegos de aquél que retenga el control táctico, quedando su margen de actuación reducido al cumplimiento del principio de actuación en autodefensa que marca las reglas de empeño en tiempo de paz. Una vez declarado el estado de contragresión se produce un cambio radical en la situación táctica de los sistemas de armas. La principal consecuencia es, que muy probablemente, sean canceladas todas las reglas de empeño que estaban activadas en tiempo de paz, declarándose otras nuevas para este periodo de conflicto, sean activadas la zona de empeños de armas, estableciéndose dentro de ellas un estado de control de las armas menos restrictivo y muy probablemente es cuando las características del combate antiaéreo (mal funcionamiento o incluso inoperatividad de las comunicaciones, empleo de guerra electrónica y ataques de saturación por parte del adversario) provoquen que la mayor parte del tiempo el modo de operación pase a descentralizado, independiente o autónomo. Es entonces, cuando la instrucción particular de cada oficial táctico y la validez de los procedimientos tantas veces ensayados en tiempo de paz se pondrán a prueba. Es en estas situaciones, cuando el Oficial director táctico o el oficial táctico, en función del nivel al que se produzca la descentralización o la pérdida de comunicaciones, será responsable de la identificación de las trazas que genere su sistema y como consecuencia de esta identificación decidir la acción táctica correspondiente, confiando que el escalón superior sea capaz de ejecutar la llamada dirección por excepción y que básicamente consistirá en limitarse, básicamente, al auxilio en evitar el combate fratricida. Es ahora cuando serán de aplicación los criterios de autodefensa, establecidos por el Jefe de la Defensa Aérea para cada sistema de armas, y cuando la instrucción del oficial táctico le deberá permitir ser capaz de identificar los llamados blancos "pop-up", descritos en los procedimientos OTAN, y decidir la acción táctica sobre ellos.

La identificación de trazas, problema básico de la defensa aérea, será responsabilidad de aquel que retenga la Autoridad de Identificación. Para ello se basará en unos parámetros establecidos previamente y que tienen que ser lo más concretos y simples posibles, además de poder ser conocidos y manejados por todo aquel que pudiera llegar a tener la autoridad para identificar, para que de esta forma pueda ser auxiliado por la aplicación de identificación de trazas tanto de la MFD como de la BCP de la batería. Elemento fundamental para esta identificación es la interrogación IFF y la identificación visual. El procedimiento en vigor reside en un correcto funcionamiento del IFF, tanto de las Baterías como del radar TPS-43 asociado a la MFD, y en un funcionamiento en automático de todas las tripulaciones en los cambios de los códigos de cada uno de los modos al expirar su periodo de validez y en responsabilidad en la interrogación.

Una vez decidida la acción táctica sobre una aeronave identificada el procedimiento debe marcar exactamente la doctrina de fuego, detallando el número de misiles y la secuencia de lanzamiento de éstos en función del tipo de blanco al que nos enfrentamos.

Es evidente que el éxito en el combate se basa en la validez de estos procedimientos y en una instrucción repetitiva que abarque cada una de las posibilidades. Esta instrucción permitirá a su vez poder enfrentarse a una de las mayores dificultades con las que se encuentran todos los operadores de los sistemas de armas antiaéreos, las falsas trazas, como consecuencia de los falsos ecos provocados por el propio asentamiento, generadores de interferencias externos o incluso ruidos internos del propio aparato. Estos falsos ecos, que normalmente no son reconocidos como tal por los procesadores automáticos de datos de los sistemas de armas, suelen ser calificados como trazas de alta prioridad y provoca que el sistema recomiende la asignación sobre ellos. Es por este motivo, junto a la dificultad de



que se correlacionen adecuadamente todas las trazas de cada uno de los sensores, que el funcionamiento en auto-asignación del sistema debe ser limitado exclusivamente a situaciones de autodefensa. Son estas falsas trazas las que obligan a una permanente atención sobre las pantallas tácticas, con el consiguiente cansancio del personal, y a un reconocimiento previo de todos los posibles generadores de ruido que puedan afectar al sistema.

## FUTURO

En la actualidad los procedimientos de combate y control de fuegos del Grupo HAWK han experimentado una profunda transformación como consecuencia de la adaptación a los procedimientos OTAN, gracias a la evaluación OTAN (CAPEVAL) pasada en el año 2004. El siguiente gran paso será la adaptación a la nueva batería PATRIOT recientemente adquirida. La recepción de la nueva batería PATRIOT supone un nuevo reto para el control de los fuegos. El empleo de este nuevo material debe estar basado en la integración dentro de la misma UDAAA de la batería PATRIOT con al menos dos baterías HAWK más aquellos elementos SHORAD (Mistral) necesarios para cubrir las carencias de cobertura y autodefensa del despliegue. Con esta combinación, la misma utilizada por otros países usuarios de estos sistemas de armas, se cumplen los principios de empleo de la AAA:

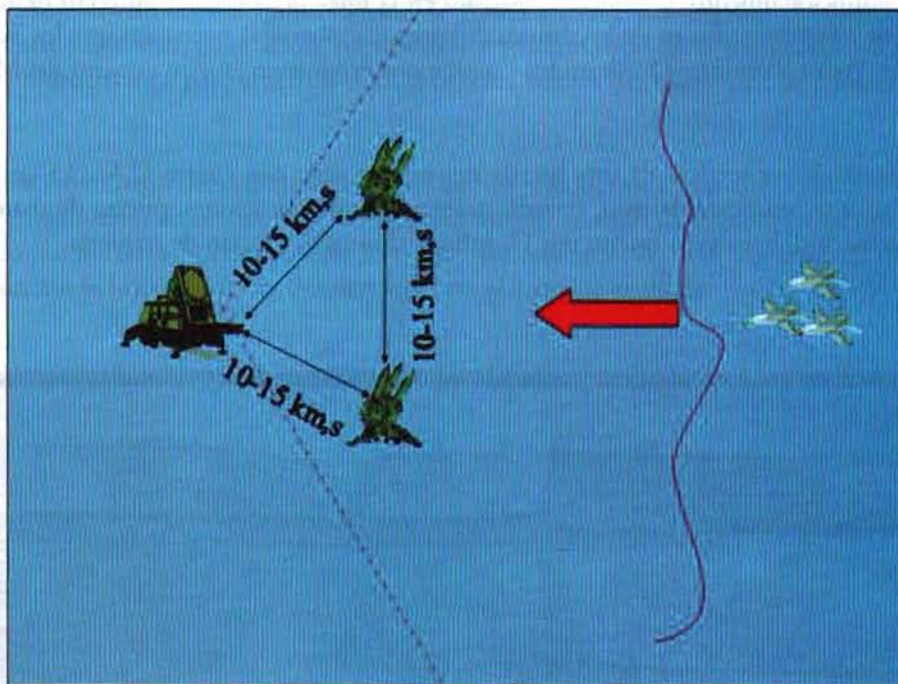
- **Masa.** En media, baja y muy baja cota, con distintos alcances y capacidad de combatir hasta 13 blancos simultáneamente.
- **Integración.** Técnica y además unidad de procedimiento al basarse en el trabajo diario sobre procedimientos ya establecidos desde tiempo de paz.
- **Armas complementarias.** En todos los sectores y distintas alturas.
- **Movilidad.** Similares.

Las capacidades que obrendríamos con esta combinación de sistemas de armas serían:

- Posibilidad de combatir simultáneamente ataques combinados de amenaza TBM (Tactical Ballistic Missile) y ABT (Air Breathing Targets).
- Suficiente alcance y masa de fuego para asegurar supervivencia propia y del punto vital a defender.
- Se consigue una sustancial mejora de capacidades en el combate de guerra electrónica y en el combate contra blancos STAND-OFF (interferidores fuera de alcance).
- Permite economía de medios, de forma que los misiles PATRIOT se emplearían en el combate contra blancos más rentables (TBM) y los misiles HAWK contra blancos ABT.
- Mejora en la lucha contra blancos ARM, al existir mayor número de sensores y poder programar y emplear un plan EMCON más eficiente.
- Hay una considerable mejora en la detección de blancos y reducción en los tiempos de reacción e iluminación.



Es evidente que el despliegue a adoptar estaría en función de los medidos asignados pero en todo caso tendría que cumplir estas premisas:



- Batería HAWK debe complementar las carencias de seguimiento y detección de la batería PATRIOT.
- Debe intentar conseguir apoyo mutuo.
- El material PATRIOT debe proteger de amenaza TBM tanto a la batería HAWK como al punto vital.
- Por el anterior motivo, la batería PATRIOT se debe orientar a la ruta más probable de ataque TBM.
- MISTRAL con misión de cubrir zonas apantalladas y emboscada antiaérea.

Es sin duda, a falta de concretar el elemento de mando y control para esta UDAAA, un reto emocionante para cualquier Oficial Director Táctico.

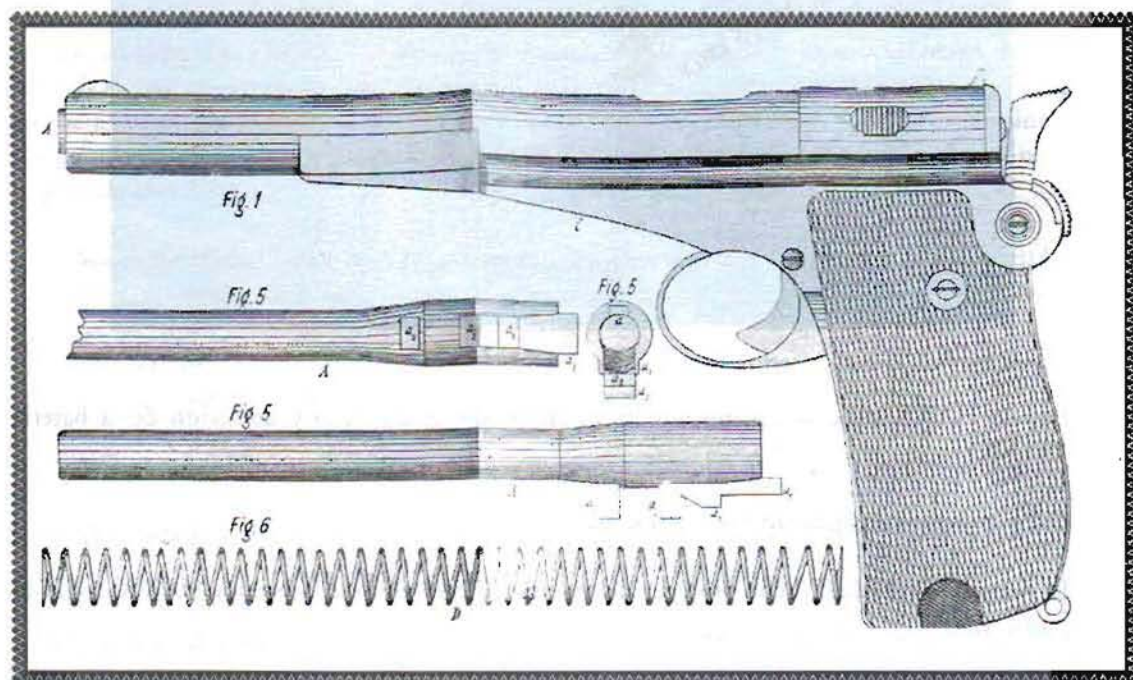




## DECÍA EL MEMORIAL...

Estudio sobre el municionamiento en el Ejército, es la amplia exposición sobre el plan general de municionamiento, el municionamiento en la línea de combate, proyecto de reglamento, organización y funcionamiento de los diferentes parques y plantillas necesarias que los Tenientes de Artillería D. Pedro Jevenois y D. Alejandro Calonje nos exponen en este número del Memorial.

Organización y servicio de una batería de costa armada con cuatro C.Ac. 15 cm. t.r. L/45, abarca el municionamiento, trazado, telémetro, comunicaciones, puesto de mando, iluminación, instrucción de batería, escrito por D. Julio Maldonado, capitán de artillería.



Pistola automática Campogiro

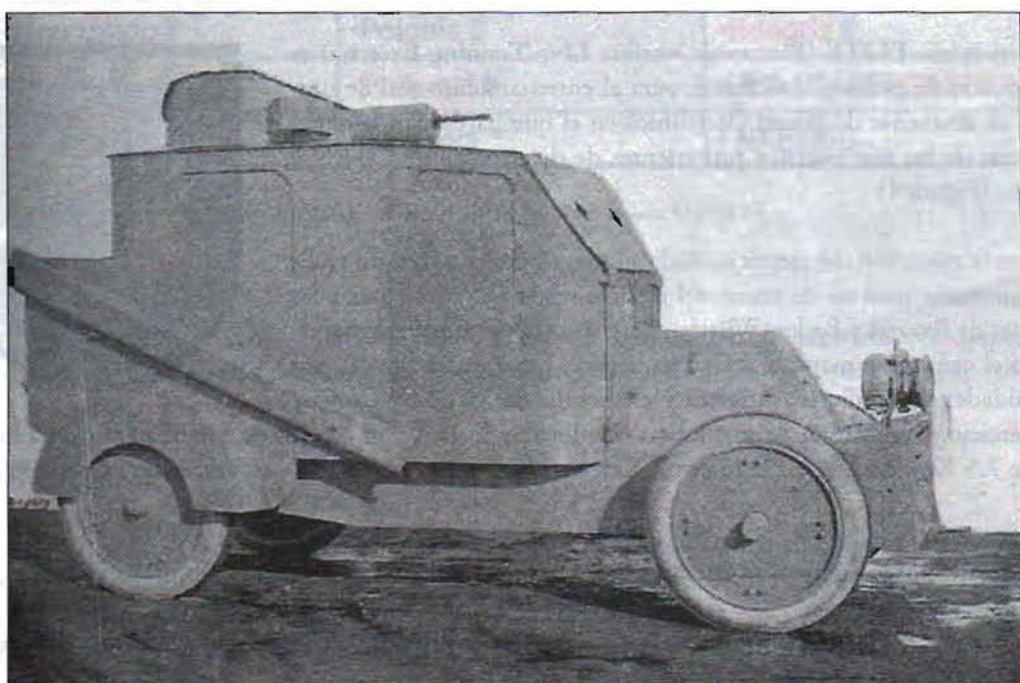
“Utilización del camello en los servicios de guerra y anteproyecto de organización de una columna de municiones y parque móvil a lomo de camello”; la descripción de los elementos y personal, así como el número de animales y equipamiento que llevarían para formar una columna que trasladaría de un punto a otro un parque móvil, así como el tiempo necesario para su puesta en funcionamiento en el asentamiento elegido.

El Teniente Coronel de Artillería D. José Gallán nos describe en su artículo: Práctica de los Ejercicios de elección de posiciones, las consideraciones que conducen al desarrollo de elección de posiciones, tras los informes de acceso a la posición, extensión del emplazamiento, disposición del terreno, vistas sobre el blanco, flanqueo de las posiciones propias, punto a propósito para la observación del tiro etc.



El Capitán de Artillería D. Ricardo Gasque y Aznar en su artículo: Fábrica de pólvora de Murcia: Proyecto de central hidroeléctrica de fuerza motriz, nos expone el proyecto general, emplazamiento, capacidad, generación, transporte y transformación de la energía eléctrica, utilizando la fuerza hidroeléctrica para abastecer a los diferentes talleres de esta fábrica de pólvora.

Municionamiento del cañón de campaña de tiro rápido, por el capitán D. Ramón Varela del 2º regimiento de montaña, es una ampliación del artículo de municionamiento en el ejército iniciado por los tenientes de artillería Jevenois y Calonje, referido solo a la artillería de campaña en el que destaca la importancia de este servicio para el arma de artillería.



Una de las primeras ametralladoras móviles

Análisis cualitativo del amonal, trabajo verificado por los alumnos del tercer año de la Academia de Artillería con motivo de las prácticas reglamentarias. Por Alfonso Barra y Camer, José Serra y Pickman, José Otero y Montes de Oca y Gabriel Sevillano y Díaz de Liaño.

El marqués de Fuente Santa en su artículo: Nuestro problema de remonta trata de hacernos ver lo útil que resultaría el cuidado, entrenamiento y asistencia del ganado de dotación en los regimientos y la necesidad del Servicio de Remonta en el arma de Artillería en cuanto a la adquisición y selección de dicho ganado para su posterior reproducción y cría.



## EJERCICIO DE GUERRA ELECTRÓNICA ELITE 2005

D. JOAQUÍN DE PEDRO GARCIMARTÍN  
Capitán de Artillería

### INTRODUCCIÓN

El ejercicio **ELITE** (Electronic-warfare Live Training Exercise) es un ejercicio de periodicidad anual, para el entrenamiento real de unidades en ambiente de guerra electrónica en el que participan sistemas de armas de los tres ejércitos procedentes de diversos países OTAN y aliados. (Figura 1)

Para la ejecución del ejercicio, dada su magnitud, es necesario realizar numerosas reservas de zonas del espacio aéreo pertenecientes a las regiones de Bavaria y Baden-Württemberg situadas al sur de Alemania, siendo el campo de maniobras de Heuberg, el lugar donde despliegan las unidades de Artillería Antiaérea y elementos de Mando y Control del ejercicio. Este campo de maniobras está localizado en las montañas de Swabian, con una longitud de 7.5 Km. de Este a Oeste por 7 Km. de Norte a Sur y con una extensión total de 4.800 hectáreas.



Sus principales objetivos pueden resumirse en los siguientes apartados:

- Mejorar el adiestramiento para el combate y la capacidad de supervivencia en ambiente de guerra electrónica de las unidades participantes.
- Adiestramiento en la ejecución de operaciones conjunto-combinadas.
- Análisis de la eficacia de las técnicas de perturbación y decepción en combinación con los procedimientos tácticos, así como de la Medidas de Protección Electrónicas (EPM) empleadas.
- Incrementar la cooperación e interoperabilidad de los sistemas de armas participantes.
- Apoyo de numerosas empresas civiles e institutos de investigación y desarrollo (I+D) para extraer conclusiones y mejoras para sucesivas ediciones del ejercicio

En la edición del año 2005 del ejercicio ELITE, han participado un total de 18 naciones mediante despliegue de sistemas de armas y / o aeronaves de ala fija y rotatoria: naciones OTAN (Bélgica, Alemania, Grecia, Gran Bretaña, Italia, Holanda, Noruega, Polonia, Eslovenia, España (sólo aeronaves), República Checa, Turquía, Estados Unidos) y naciones no OTAN (Finlandia, Austria, Suiza y Suecia). Además, otras 6 naciones, (Estonia, Canadá, Letonia, Lituania, Rumania y Eslovaquia), fueron invitadas a participar como observadores para evaluar las posibilidades y validez de este ejercicio para la instrucción y el adiestramiento de sus unidades.

En total han desplegado más de 2.100 personas, 91 aeronaves (16 helicópteros, 62 reactores y 13 aviones no reactores), entre ellos dos **AWACS** (Airborne Warning And Control System) y 18 siste-



■ CON SISTEMAS DE ARMAS ■ OBSERVADORES ■ CANCELADA ★ NUEVA PARTICIPACION

•Belgica #	•Canada #	•Suecia #
•Bulgaria *	•Letonia *	•Suiza #
•Dinamarca #	•Lituania *	•Eslovaquia *
•Estonia *	•Luxemburgo *	•Eslovenia #
•Finlandia * #	•Holanda #	•España (sólo aeronaves)
•Francia #	•Noruega #	•República Checa #
•Grecia #	•Austria #	•Turquía #
•Reino Unido #	•Polonia #	•Hungria #
•Irlanda *	•Portugal #	•USA USAFE/USAREUR
•Italia #	•Rumania *	•NAEWFC

Figura 2. Naciones participantes ejercicio ELITE 05

mas de armas GBAD/AOAD diferentes. Además, participaron unos 1.500 efectivos más desplegados en las Bases Aéreas de Lechfeld, Laumpheim y Neuburg, así como en las bases que dieron apoyo logístico a los participantes en el ejercicio.

## ORIGEN

El ejercicio ELITE ha cumplido este año su décimo aniversario y con el paso de los años, se ha consolidado como uno de los ejercicios conjunto-combinados de Guerra Electrónica más importantes y con más demanda de participación en Europa. De hecho, para ediciones sucesivas la organización del ejercicio está pensando realizar dos fases a fin de permitir una mayor movilidad táctica de los sistemas de armas participantes e incrementar el número de países invitados, ya que el campo de Maniobras de Heuberg comienza a presentar serios problemas para albergar al elevado número de sistemas de armas participantes en la actualidad.

Los orígenes de este ejercicio se remontan al año 1991 cuando el Ala 32 y la Unidad de Defensa Aérea perteneciente al Ala 43 del Ejército del Aire Alemán llevaron a cabo la primera edición del ejercicio en la Base Aérea de Lechfeld.

En años posteriores, el resto de unidades aéreas del Ejército del Aire y Armada, las unidades de inteligencia de señales de Transmisiones y las unidades de Artillería Antiaéreas Alemanas fueron incorporándose sucesivamente a este ejercicio. Debido a su complejidad, la autoridad de control del ejercicio fue transferida al Comandante de la Fuerza Aérea Alemana y su ubicación ha variado a lo largo de distintos campos de maniobras, estableciéndose en su actual emplazamiento desde el año 2002.

Actualmente, el ejercicio ELITE es el único ejercicio de la Fuerza Aérea Alemana que acoge tal cantidad de sistemas de armas extranjeros. Tras la experiencia adquirida este año, es de prever que el número de países participantes en la fase de ejecución se incremente gracias a la participación de algunos de los países que en la edición del presente año asistieron tan sólo como observadores.



## PARTICIPACIÓN

En la edición 2005 del ejercicio ELITE, han participado los siguientes medios:



Figura 3. Sistemas GBAD participantes en el ejercicio

<b>SISTEMA DE ARMAS</b>	<b>PAIS</b>	<b>TIPO DE SISTEMA DE ARMAS</b>
GEPARD	Alemania	Cañón
SKYGUARD con cañón 35/90 mm	Austria	Cañón
SA-6	Rep. Checa / Alemania	Misil
SA-7	Polonia	Misil
SA-8	Alemania	Misil
CROTALE y ASPIC	Francia	Misil
RAPIER	Reino Unido	Misil
PATRIOT	Holanda / Alemania	Misil
NASAMS	Noruega	Misil
ROLAND	Eslovenia / Alemania	Misil
GIRAFFE y RBS 70	Suecia	Misil
STINGER	Alemania	Misil
OZELOT	Alemania	Misil
AFF WIESEL	Alemania	Misil
HAWK	Suecia Alemania	Misil

Figura 3. Sistemas de Armas de Artillería Antiaérea





Figura 4. Aeronaves participantes en el ejercicio

<b>AERONAVE</b>	<b>PAIS</b>	<b>TIPO DE AERONAVE</b>
F-16	Bélgica / Turquía Estados Unidos	Reactor
F-18	Rep. Checa Finlandia	Reactor
MIRAGE 2000	Francia	Reactor
MIRAGE F-1	España	Reactor
TORNADO ERC	Alemania	Reactor
F-4F	Alemania	Reactor
TORNADO	Italia	Reactor
VIGGEN EK-37 E	Suecia	Reactor
C-160	Francia	Transporte
CASA 295	Polonia	Transporte
TRANSALL	Alemania	Transporte
A-109	Italia	Helicóptero
CH-53 GS	Alemania	Helicóptero
BO-105 PAH	Alemania	Helicóptero
COUGART	Rep. Checa / Holanda	Helicóptero

Figura 4. Aeronaves participantes





Figura 5. Instalaciones del CAOC-4 y CRC del ejercicio

<b>SISTEMA</b>	<b>PAIS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
TACCC-Meßstetten	Alemania	Centro de Control Espacio del Aéreo para el Ejercicio
Perturbadores terrestres	Alemania	Escuadrón de Inteligencia y Guerra Electrónica
	Estados Unidos	PHOENIX AIR
Perturbadores aéreos	Gran Bretaña	DA-20 FALCON
Empresas civiles: CHS-Container / DBD / IABG / IBM / SECUNET / T-Systems / TANDBERG / THALES / TROUT.	Varios	Apoyo técnico
Research Institute of High Frequency Physics and Radar Technology.	Alemania	Investigación y Desarrollo

Otros medios participantes en el ejercicio



## ORGANIZACIÓN

El planeamiento del ejercicio ELITE comienza el año anterior con la definición de los países participantes en la siguiente edición del ejercicio. Posteriormente se lleva a cabo una reunión inicial de planeamiento (IPC: Inicial Planning Conference) en la que se confirma la participación de los países y se establecen los grupos de trabajo para definir los enfrentamientos tierra-aire y las perturbaciones a las que cada sistema de armas desea enfrentarse durante el duelo. Posteriormente, se desarrolla una segunda reunión denominada reunión principal de planeamiento (MPC: Main Planning Conference), donde se exponen los trabajos y conclusiones de los diferentes grupos, aspectos económicos y logísticos del ejercicio. Entre ambas reuniones se realiza un reconocimiento de los asentamientos seleccionados por la organización para cada sistema de armas, que debe ser aprobado por la unidad o proceder a elegir otro dentro del espacio que en ese momento quede disponible en el campo de maniobras.

Para el desarrollo del ejercicio, se establecen dos organizaciones claramente diferenciadas. Por un lado, se organiza un Puesto de Mando en el propio campo de maniobras de Heuberg para la conducción del ejercicio, que integra: la Dirección del Ejercicio (DISTAFF), una Célula de Operaciones en curso, que supervisa la adecuada realización de los ejercicios previstos, y una Célula de Planes que determina la programación definitiva de cada día con 24 horas de antelación y donde se atiende a las incidencias que afecten a días posteriores. Por otro lado, esta organización operativa es apoyada por un conjunto de elementos de Apoyo Logístico que engloba a un Núcleo de Administración, un Núcleo de Apoyo a Visitantes y Observadores y, finalmente, otro Núcleo de Atención a la Prensa que en todo momento cubrió el ejercicio.

(Figura 6) La estructura de Mando y Control sobre las unidades GBAD (Ground Based Air Defence) establecida para la ejecución del ejercicio trata de reproducir, con la mayor fidelidad, las

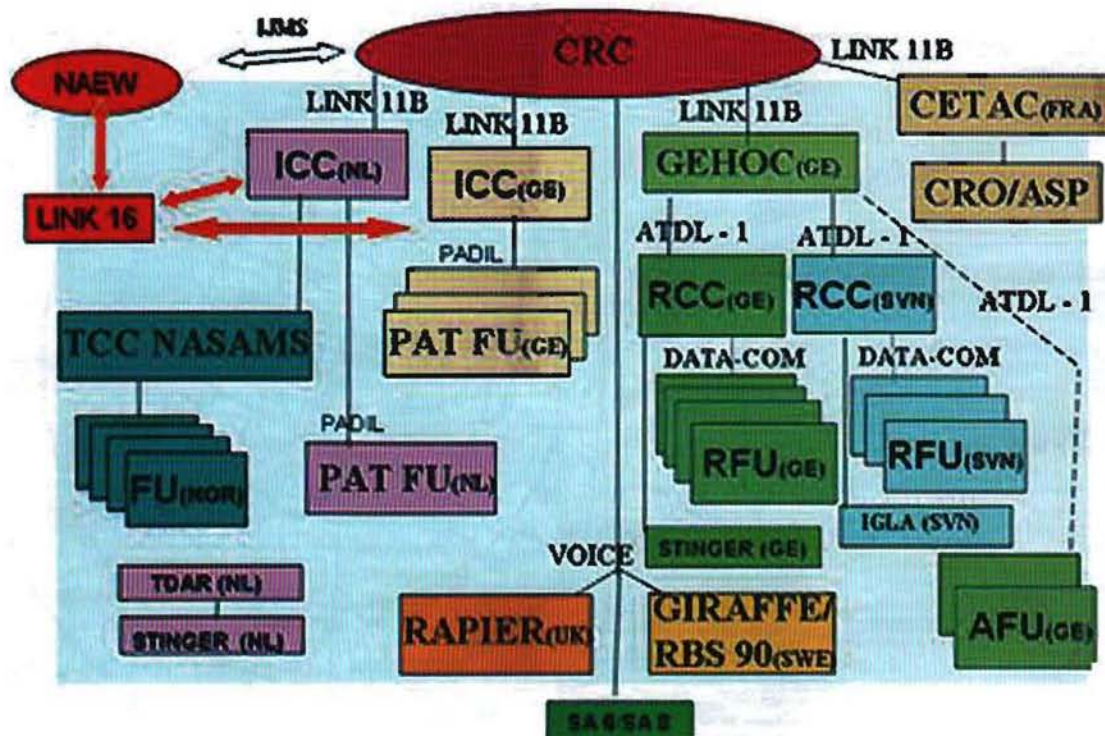


Figura 6. Estructura enlaces GBAD



condiciones de una situación táctica real. Para ello, se organiza un Centro de Operaciones de Misiles Tierra-Aire (SAMOC) que controla y coordina los diferentes Puestos de Mando de cada nación participante. Por esta cadena se difunden los sucesivos Estados de Alerta (RS: Readiness Status) y las Órdenes Tácticas para los sistemas de armas SAM/SHORAD (SSTO) en vigor en cada momento. Al mismo tiempo, se proporciona una Mapa de Trazas de Situación Aérea (RAP: Recognize Air Picture) única desde el Centro de Información y Control (CRC) emplazado junto al Centro de Operaciones Aereas Combinadas nº 4 (CAOC 4) a todos los Centros Directores de Fuego (FDC,s) de los sistemas de armas desplegados en el campo de maniobras.

Ante el elevado número de participantes desplegados en el campo de Heuberg, se hace imprescindible compartimentar y distribuir el tiempo total disponible en ventanas de actuación (Slots) en las cuales queda fijado claramente qué sistemas pueden o no radiar en cada instante, qué amenaza deben combatir y, en su caso, la perturbación requerida en cada ficha de misión.

Adicionalmente, se establece un Núcleo de Control Técnico encargado del almacenamiento y posterior análisis de registros y emisiones durante el ejercicio. Para desempeñar esta misión, el mencionado Núcleo, entre otras actividades, supervisa el cumplimiento de los planes EMCON (EMisión CONtrol) establecidos y ordena la realización de las perturbaciones previamente coordinadas en las reuniones de planeamiento. Una de las innovaciones tecnológicas en la edición de este año, ha sido el empleo de un dispositivo emplazado en las aeronaves denominado FPR (Flight Profile Recording) cuya finalidad es grabar en todo momento la situación relativa y las coordenadas de los aviones en vuelo, que permite, junto con los datos extraídos de la monitorización de los sistemas de armas con un origen de datos común, la reproducción en pantalla de la secuencia real de lo ocurrido en cada uno de los enfrentamientos, visto desde el sistema de armas, la aeronave o desde un punto exterior a ambos. (Figura 7)

Al final del ejercicio la organización remite un informe a cada nación participante con los datos obtenidos de los sistemas de monitorización sobre las ventanas (Slots) en que ha intervenido.

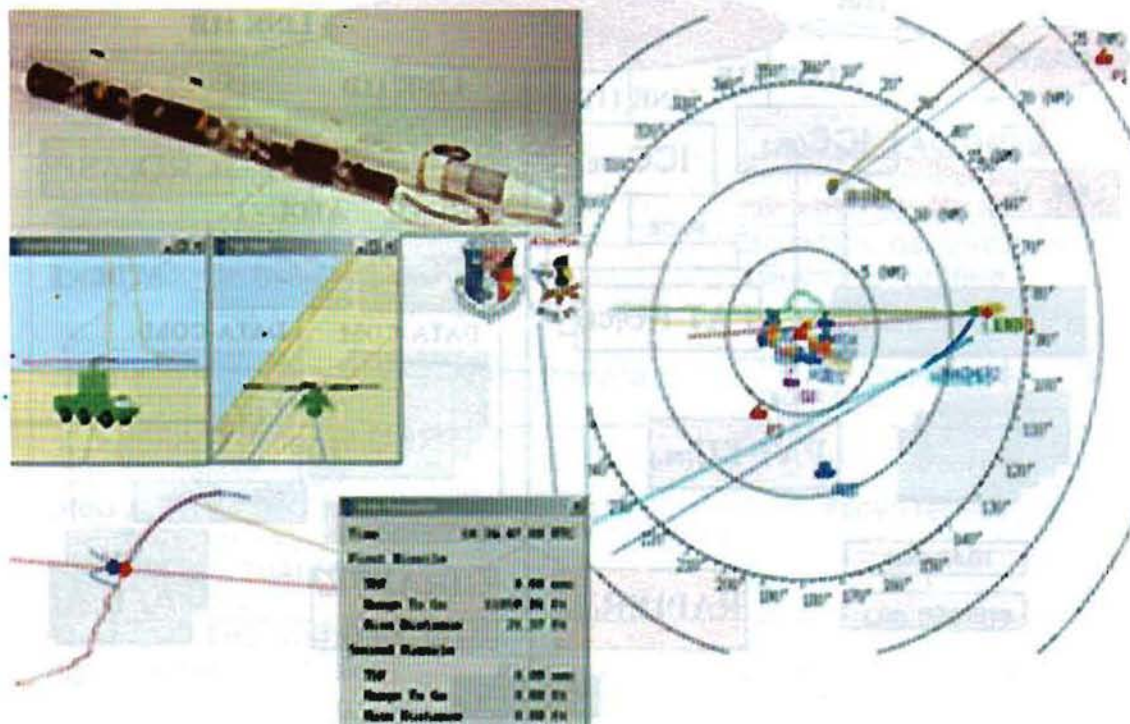


Figura 7. Secuencia real de enfrentamiento



## VALORACIÓN DEL EJERCICIO

A lo largo de sus diez años de existencia, el ejercicio ELITE se ha ido consolidando hasta convertirse en uno de los ejercicios conjunto-combinados de Guerra Electrónica más importantes que existen en la actualidad. (Figura 8).

Debido tanto al gran número y diversidad de sistemas de armas y aeronaves participantes como por las características del terreno en el cual se desarrolla este ejercicio, el ejercicio ELITE puede considerarse como un entorno ideal para mejorar la instrucción de los operadores de los sistemas de armas de AAA, así como el adiestramiento de las unidades en el combate de la amenaza aérea de ala fija o rotatoria en ambiente de contramedidas electrónicas.

Del mismo modo, este ejercicio establece las bases para implementar la interoperabilidad de los distintos sistemas de armas de AAA que en un futuro pudiesen encontrarse en el mismo teatro o zona de operaciones, facilitando su integración, estandarización de los procedimientos de empleo y conocimiento mutuo de los sistemas actualmente en servicio en los distintos países participantes.

La extensa participación de medios aéreos, permite incrementar el nivel de instrucción de las dotaciones de los sistemas de armas, no sólo en el combate de la amenaza, sino en su identificación.

El empleo de los diferentes sistemas de simulación, monitorización y determinación de coordenadas en tiempo real (FPR), permite establecer en todo momento las posiciones de las aeronaves y analizar los resultados de los combates aire-tierra, su presentación en pantalla para posteriores análisis y la extracción de enseñanzas de alto interés para las naciones

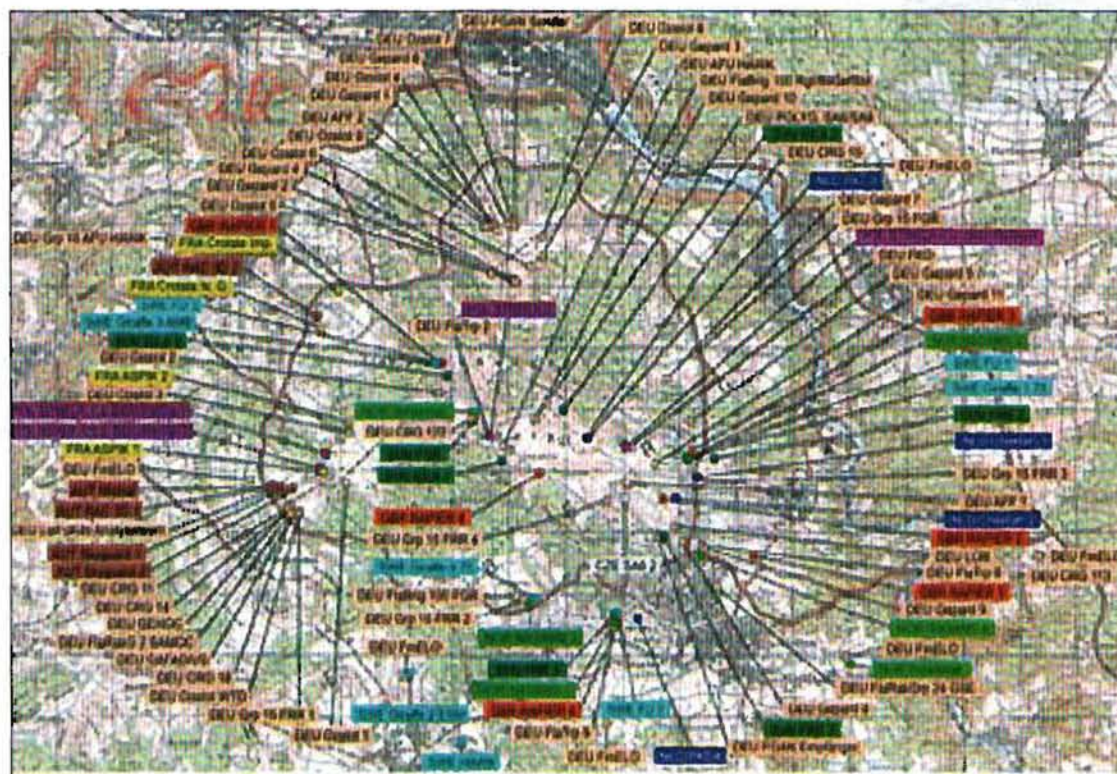
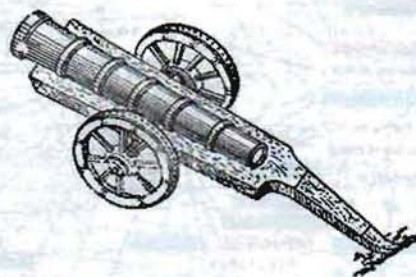


Figura 8. Despliegue de unidades en el campo de maniobras de Heuberg



## GLOSARIO DE SIGLAS

AWACS: Airborne Warning And Control System.  
CAOC 4: Centro de Operaciones Aereas Combinadas nº 4.  
CRC: Centro de Información y Control.  
CRO: Sistema de armas Crotale  
DISTAFF: Dirección del Ejercicio  
ELITE: Electronic-warfare Live Training Exercise.  
EMCON: EMISSION CONTROL. Control de Emisiones.  
EPM: Electronic Protection Measures. Medidas de Protección Electrónicas  
FPR: Flight Profile Recording. Sistema de grabación de perfil de vuelo.  
FU: Firing Unit. Unidad de Fuego  
GBAD: Ground Based Air Defence. Artillería Antiaérea desplegada en tierra.  
GEHOC: German Hawk Operation Center. Centro de Operaciones Hawk Alemán.  
ICC: Integrated Command and Control. Mando y Control Integrado.  
I+D: Investigación y Desarrollo.  
IPC: Initial Planning Conference. Conferencia inicial de Planeamiento  
MPC: Main Planning Conference. Conferencia Principal de Planeamiento  
OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte.  
PAT: Sistema de armas Patriot  
RAP: Recognize Air Picture. Mapa de Trazas de Situación Aérea.  
RCC: Roland Control Center. Centro de Control Roland  
RS: Readiness Status. Estado de Alerta.  
SAMOC: SAM Operation Center. Centro de Operaciones de Misiles Tierra-Aire.  
SSTO: SAM/SHORAD Tactical Order. Órdenes Tácticas para los sistemas de armas SAM/SHORAD.  
TACCC: Centro de Control Aéreo.





## LECCIÓN DEL DOS DE MAYO DE 1808 EN LA ACADEMIA DE ARTILLERÍA

DON DANIEL GARCÍA JIMÉNEZ  
Capitán de Artillería

### SALUDO

Con permiso mi General.

### INTRODUCCIÓN

Es un privilegio para mí el haber sido designado para pronunciar el elogio a los Capitanes Daoíz y Velarde, privilegio que se ve ensalzado por la grandiosidad del escenario donde nos encontramos, frente a los muros de este maravilloso Alcázar de nuestra querida Segovia, sede que fue, hasta su fortuito incendio, del Real Colegio de Artillería, cuna de forja y templo del espíritu de nuestros Héroes.

A tenor del Artículo 16 de las Reales Ordenanzas de las Fuerzas Armadas, que dispone que:

“Los Ejércitos son herederos y depositarios de una gloriosa tradición militar. El homenaje a los héroes que la forjaron es un deber de gratitud y un motivo de estímulo para la continuidad de su obra”,

me corresponde hoy cumplir con lo dispuesto en el Apartado 4º del Real Decreto de la Regencia, de fecha 7 de Julio de 1812, en ya larga tradición seguida en todas las Unidades del Arma de Artillería, para resaltar la gesta de ambos Capitanes, quienes en unión de muchos otros compatriotas, escribieron una página gloriosa para la Historia de nuestra Patria.

Como principio de esta lección, pasaremos a conocer brevemente la vida de nuestros dos héroes.

### BIOGRAFÍAS

#### *Don Luis Daoíz y Torres*

Nació en Sevilla, en Febrero de 1767.

Ingresó en el Real Colegio de Artillería de Segovia a los 15 años, donde se distinguió por su privilegiado talento, conocimiento de lenguas, gran compañerismo y amor al estudio.





En 1787 fue promovido a Subteniente, participando en la defensa de las plazas de Ceuta y Orán, siendo en 1792 ascendido por sus servicios al empleo de Teniente.

En 1793 participó en la campaña del Rosellón. Allí fue hecho prisionero, sufriendo cautiverio en Tolosa, Francia. Una vez liberado, y agregado al servicio de Marina, participó en la defensa de Cádiz contra los ingleses, distinguiéndose en numerosas acciones contra ellos.

Posteriormente, embarcado como Oficial de Artillería en el navío San Ildefonso de la Armada del Océano, realizó dos expediciones a las Américas.

En el año 1800 asciende a Capitán Segundo, y dos años más tarde a Capitán Primero, pasando destinado al Tercer Regimiento de Artillería de Sevilla.

En Enero de 1808 pasa a la guarnición de Madrid, para mandar la Tercera Batería, unidad que dicho Regimiento de Sevilla tenía destacada en la Capital, haciéndose cargo al mismo tiempo de la Jefatura del Detall del Parque de Artillería de Monteleón, lugar donde ocurrieron los hechos gloriosos que más tarde mencionaré.

### ***Don Pedro Velarde y Santillán***

Nació en Muriedas, provincia de Santander, en Octubre de 1779.

Ingresó en el Real Colegio de Artillería de Segovia a los 14 años, dando desde el primer momento prueba de clarísima inteligencia y viveza de espíritu, destacando, ya de Oficial, por sus innovaciones en el material de Artillería y por sus excelentes memorias técnicas.

En 1798 fue nombrado Brigadier de Cadetes y al año siguiente, fue promovido a Subteniente, pasando a servir en el 5º y, más tarde, en el 3er Batallón de Artillería.

En 1802 ascendió a Teniente, siendo destinado al 4º Regimiento, y dos años más tarde, tras su ascenso a Capitán Segundo, pasa destinado de nuevo al 5º Regimiento.

Tomó parte en la "Guerra de las Naranjas", contra Portugal. Concluida ésta, fue destinado al Real Colegio de Artillería, desempeñando el cargo de Profesor, donde dejó constancia de su talento, formación y cultura, participando en varias comisiones científicas, y recibiendo encargos incluso de la Academia de las Ciencias de París.

En 1806 es destinado a la Secretaría de la Junta Superior Económica del Cuerpo, en Madrid, donde estaba destinado al iniciarse el levantamiento.

## **RESEÑA HISTÓRICA**

Para entender mejor la evolución de acontecimientos y los sucesos acaecidos, recorreremos brevemente la situación política en la España de su época y los hechos heroicos que tuvieron lugar tal día como hoy hace 198 años.

A comienzos del siglo XIX reinaban en España Carlos IV y su esposa María Luisa de Parma, ejerciendo la dirección del Gobierno como Primer Ministro Manuel Godoy, quién el 27 de Octubre de 1807, firmó el Tratado de Fontainebleau con Napoleón.



Dicho Tratado permitía el paso de tropas francesas por España para llegar hasta Portugal, país que se había negado al bloqueo continental propuesto por el Emperador Bonaparte contra Inglaterra. Este hecho se convirtió en la excusa ideal para penetrar en la Península Ibérica y comenzar su invasión.

Días más tarde en el llamado "Proceso del Escorial", se puso a la luz la intención del Príncipe Fernando VII de destronar a su padre, Carlos IV. Así los acontecimientos, Napoleón se planteó afrontar decididamente la cuestión española, materializando, entre Diciembre de 1807 y la Primavera de 1808, el envío de un poderoso ejército, al mando de su cuñado Joaquín Murat, Gran Duque de Berg, con el pretexto de cubrir la retaguardia y continuar con el apoyo a las tropas que marchaban hacia Portugal.

La impopularidad de Godoy fue creciendo durante ese periodo, hasta que en Marzo de 1808, tuvo lugar el Motín de Aranjuez, consecuencia del cual fue destituido y encarcelado, y el Rey Carlos IV obligado a firmar su abdicación en favor de su hijo Fernando.

Con la inestabilidad en la Corte, el desconcierto imperaba en la Capital del Reino, y Murat, aduciendo la necesidad de restablecer el orden y la tranquilidad institucional, entra en Madrid con anterioridad al regreso del nuevo Monarca, desatando una lamentable competencia entre el Rey Fernando y su padre para obtener el favor de Napoleón. Éste aprovechó bien las circunstancias y atrajo a ambos y a gran parte de la Familia Real a Bayona, con el fin de dejar a la Nación Española sin cabeza.

La gravedad de esta situación, que podría haber llevado a España a la crisis más absoluta, llevó a dos Capitanes, Daoíz y Velarde, a ingeniar un plan con el fin de defender la independencia de nuestra Patria frente a la ocupación francesa, plan que fue desbaratado por el Ministro de la Guerra Gonzalo O'Farril, una vez conocida su existencia.

Ya en el amanecer del día 2 de Mayo en Madrid, dos carruajes llegaron a puertas de Palacio. Había gran cantidad de gente por los alrededores, y reinaba una cierta calma tensa.

Al darse cuenta la población de que el propósito de los franceses era llevarse fuera de España al Infante D. Francisco de Paula, el hijo menor del Rey, se empezó a formar gran tumulto, dando comienzo varios encuentros sangrientos contra las tropas napoleónicas. La noticia corría por toda la Capital, y el pueblo entero se levantó contra los franceses, sucediéndose escenas de caos, desolación y muerte.

Viéndose Murat incapaz de contener a la multitud, ordenó la llegada de refuerzos, quedando Madrid militarmente ocupado por una fuerza de unos 30.000 hombres. El pueblo madrileño decidió entonces dirigirse hacia el Parque de Artillería de Monteleón, donde poder obtener armas para combatir de manera más ventajosa.

Por entonces, el Capitán Velarde había conseguido del Regimiento de Voluntarios del Estado que una Compañía de fusiles se uniera a la causa, llegando posteriormente al Parque, donde se encontraba ya el Capitán Daoíz, acordando ambos el abrir las puertas del mismo a la muchedumbre enaltecida y organizar la defensa.

Las primeras fuerzas francesas, de escasa entidad, que comenzaron a llegar al lugar fueron ahuyentadas por disparos de fusil. Más tarde llegó un Batallón de la División de Westfalia, a las mismas puertas del Parque, que también fue rechazado, sufriendo numerosas bajas.

Habiendo situado los defensores tres piezas en el exterior, para enfilas las bocacalles adyacentes, atacaron de nuevo las reforzadas fuerzas francesas, intentando con valor traspasar la línea que demarcaba la Artillería española, pero fueron rechazadas por los defensores una y otra vez.



El Gran Duque de Berg, informado de la tenaz resistencia, dispuso que su ayudante, el General Auguste Lagrange, partiera hacia el Parque al mando de la Brigada Lefranc. Tres veces contuvieron los defensores su impetuosa acometida, cubriéndose materialmente la calle de cadáveres.

Un disparo destrozaba una pierna de Daoíz mientras Velarde, habiendo notado el desequilibrio reinante, trataba de obtener los necesarios refuerzos.

Sin embargo, cuando llegaba con el socorro por el que había ido, una bala certera alcanzaba el corazón de nuestro héroe, cayendo muerto en el lugar.

El General Lagrange, se adelantó al lugar donde se encontraba Daoíz, recriminándole ofensivamente, a lo que éste respondió con su sable. Entonces los granaderos que le acompañaban se abalanzaron sobre el Capitán Español, que se desplomó herido por un bayonetazo mortal que le atravesó de parte a parte.

Ambos Capitanes fueron enterrados en la mañana del día 3. En la noche de ese mismo día, en represalia, tuvieron lugar los fusilamientos que Goya inmortalizó en su obra. Hoy, descansan en paz, en el mausoleo sito en la madrileña plaza de la Lealtad, monumento en recuerdo de todos los que dieron su vida por la Patria.

## CONCLUSIÓN

La defensa del Parque de Artillería de Monteleón es considerada la primera acción de armas de la Guerra de la Independencia. El sacrificio de estos dos héroes, así como el de los militares y civiles que lucharon con ellos, encendió el patriotismo del resto del pueblo español, erigiéndose como detonante de una cadena de alzamientos contra la invasión en diferentes puntos del país, dando paso a una lucha sangrienta y cruel que acabó con la victoria del unido pueblo español sobre el invasor francés.

Esta es la Historia y éste el merecido recuerdo a esa jornada de aquel 2 de Mayo, en el que evocamos a nuestros Héroes Artilleros, aquí, delante de este sencillo aunque majestuoso monumento erigido en su memoria.

De este glorioso suceso debemos aprender que el espíritu de sacrificio y la valentía, junto con la lealtad a los valores inmutables de la Patria, la abnegación, la humildad, el compañerismo, la entrega y el amor al servicio, son valores fundamentales que debemos cultivar, que suponen los pilares de la vocación militar, de nuestra profesión, sacrificada y noble. Son ellos los que nos proporcionan la fuerza moral y la motivación necesarias para obedecer y obrar con humildad, y ejercer el mando con prudencia; los que nos ayudan a desechar la desgana, la desilusión y la desidia como enemigos internos de nuestro quehacer diario y constante, con el fin de alcanzar la satisfacción del deber cumplido, sin esperar ni desear nada a cambio, y así, de esta manera, convertirnos en los auténticos héroes silenciosos que precisan nuestras Fuerzas Armadas y nuestra Patria.

Son valores en definitiva que nos han de llevar, con el ejemplo y estímulo del holocausto de nuestros inmortales Daoíz y Velarde, a saber actuar con entereza y decisión, a mejorar constantemente nuestra conducta y capacidad de trabajo y, cuando el deber lo requiera, a dar la vida por nuestra Patria, a la que debemos lo que somos.

Ruego a nuestra Patrona Santa Bárbara que nos ilumine en nuestro camino para que, si así tuviera que ser, sepamos obrar como lo hicieron estos dos valientes a los que hoy recordamos con infinito respeto y admiración.



## DIAGRAMAS DE COBERTURA RADAR

D. EMILIO RODRÍGUEZ RUIZ  
Comandante de Artillería. Geodesta Militar

D. SEVERINO E. RIESGO y GARCÍA  
Comandante de Artillería. Geodesta Militar

El motivo de este artículo es dar publicidad al empleo de artificios informáticos para la automatización de procedimientos ligados al estudio del terreno, mas concretamente al la realización de los diagramas de  $4/3$  de  $R$  empleados en los deslignes de la artillería antiaérea. Utilizando las librerías de programación SIGMIL me propongo construir un artificio que me permita la confección de diagramas teóricos de cobertura radar y poder verificar la bondad de los diagramas de  $4/3$  de  $R$ .

Este programa, que ahora se muestra como una aplicación independiente, será próximamente integrado dentro de la Carta Digital que aparecerá a lo largo de este año 2006.

### 1. EL PROBLEMA

El problema básicamente consiste en, una vez asignado un asentamiento a un radar, obtener los diagramas teóricos de cobertura de dicho asentamiento. Evidentemente estos diagramas van íntimamente unidos al estudio del terreno, y de hecho la manera de confeccionarlos es trazando perfiles topográficos en varias direcciones, y modificarlos según los diagramas de  $4/3$  de  $R$  y la altura de vuelo de la amenaza. El motivo de utilizar diagramas de  $4/3$  de  $R$  no es otro que el de considerar las correspondientes correcciones por esfericidad de la Tierra y por la refracción atmosférica.

### 2. LOS MEDIOS

Para crear una herramienta que nos permita obtener de manera automática los diagramas teóricos de cobertura y compararlos con los obtenidos por procedimientos manuales, contamos con:

- El modelo digital del terreno (MDT) que proporciona el Centro Geográfico con la Carta digital. Este modelo consiste en un archivo donde vienen registradas las alturas ortométricas de celdas de  $10 \times 10$ ,  $25 \times 25$ ,  $50 \times 50$  ó  $100 \times 100$  metros. Estos ficheros tienen extensión .geo.
- Las librerías de programación SIGMIL que nos van a permitir leer y escribir en el fichero MDT, generar un fichero raster con zonas vistas y ocultas desde un punto determinado del terreno, y por último utilidades de conversión de coordenadas.

### 3. EL ARTIFICIO

Se trata de construir un artificio que nos proporcione los mismos resultados que los que se obtienen al hacer los cálculos de forma tradicional.

Mediante las librerías de programación SIGMIL atacando MDT,s podemos obtener de manera automática las zonas vistas y ocultas (perfiles) desde un punto cualquiera del terreno, pero hay que notar que los MDT vienen referidos a un sistema de proyección cartográfica determinado con lo cual



tenemos, por así decirlo, un fichero plano, y no sólo eso, sino que está referido a dos sistemas de referencia distintos por una parte las coordenadas planimétricas referidas al datum correspondiente y por otra los datos de altura ortométrica referidos al datum altimétrico.

Como la herramienta informática que nos proporciona las zonas vistas y ocultas es totalmente fiable y fidedigna, nuestro artificio se centrará en modificar los datos de altura registrados en el MDT para referirlos al plano horizontal del punto de estación, es decir corregirlos por:

- esfericidad
- refracción atmosférica, y
- ondulación del geoide.

#### 4. TOLERANCIA DE LOS CÁLCULOS

Conviene hacer desde el primer momento un estudio de la precisión que necesitamos en los cálculos para posteriormente no distraernos con elucubraciones o ajustes no significativos.

Los MDT viene con una determinada resolución de celda (que podemos leer en su cabecera), por lo tanto resultará inútil todos los cálculos destinados a proporcionar más exactitud en el posicionamiento.

Igualmente el dato de alturas ortométricas viene registrado con precisión no mayor de dos metros, luego no tiene sentido bajar a cálculos centimétricos, incluso cálculos que varíen en uno o dos metros los podemos obviar.

En resumen, la precisión planimétrica es 50 m y la altimétrica 2 metros.

#### 5. TRANSPORTE A UNA ESFERA

Siempre los cálculos sobre el elipsoide son complicados, resulta mucho más cómodo referir todo a una esfera. Nuestro problema entonces consistirá en determinar la esfera a usar y el datum de la misma.

Por suerte este problema ya está ampliamente estudiado y resuelto por la Geodesia clásica y simplemente quiero hacer mención del método utilizado con la certeza de que el quiera profundizar más en los fundamentos o en los desarrollos matemáticos encontrara sobradas respuestas en la obra Geodesia Matemática. Geometría del elipsoide de revolución del TCol. Art. GM. D. Juan Mena Berrios.

Basta por tanto decir que he utilizado la teoría de Gauss y su esfera de curvatura media. Me he decidido por este método y no por otro porque se adecua a las distancias de cálculo que vamos a utilizar (normalmente inferiores a los 150 Km.), no solamente en la conservación de ángulos, sino porque en las dimensiones tratadas conserva también las distancias sobre el elipsoide.

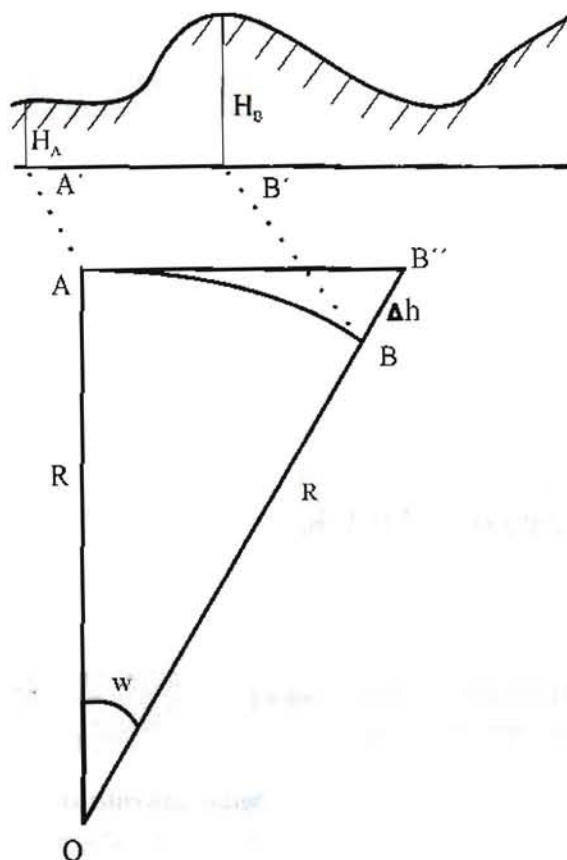
#### 6. CORRECCIÓN POR ESFERICIDAD

Sobre el MDT representado por el plano A'B' de la proyección tenemos registradas las alturas ortométricas HA y HB. La situación real de los puntos A y B sobre el elipsoide es la representada.

Para poder reducir la cota de B debemos calcular Dh, a partir del radio de curvatura del elipsoide en el punto A según la dirección AB, y la longitud del arco AB.



Por lo tanto cada altura registrada en el MD'I' debemos modificarla sustrayéndole la cantidad  $\Delta h$  para simular la esfericidad de la tierra vista desde el punto de estación A.



Hay que hacer notar que este cálculo ha de realizarse como se ha indicado, y no tomando como dato base la distancia planimétrica A'B' ya que normalmente las proyecciones no son equidistantes. De esta manera, partiendo de las coordenadas planimétricas hay que recuperar las coordenadas elipsoidales (que son las mismas que sobre la esfera de Gauss) mediante las fórmulas inversas de la proyección, con éstas y resolviendo el triángulo esférico de posición APOB hallar la distancia sobre la esfera AB y posteriormente aplicar el cálculo desarrollado aquí.

$$AB = R \times \omega$$

$$\omega = \frac{AB}{R}$$

$$\cos \omega = \frac{R}{(R + \Delta h)}$$

$$\Delta h = \frac{R \times (1 - \cos \omega)}{\cos \omega}$$

Como denotan las fórmulas a utilizar, la influencia del radio terrestre a introducir en las mismas es determinante en el cálculo de incrementos de cota. Aquí hay que hacer un ineludible estudio de cuál es el radio a utilizar. Es sabido que el radio de curvatura en un punto del elipsoide varía según el acimut de la tangente considerada, pero se mueve entre unos límites que son, el radio de curvatura del meridiano, y el del primer vertical. Aunque la diferencia entre ambos radios es considerable, para las latitudes del Territorio Nacional y en un alcance de 100 Km. las diferencia en los incrementos de cota calculados con uno y otro radio de curvatura varían en no más de dos metros. Cantidad que como hemos visto no es significativa. No obstante en el artificio informático he dejado la posibilidad de calcular cada incremento de cota según el radio de curvatura del acimut correspondiente (formula de Euler), esto trae consigo una importante ralentización de los cálculos.

## 7. CORRECCIÓN POR REFRACCIÓN

La variación que produce la atmósfera sobre la transmisión de radiaciones, modificando su trayectoria rectilínea es debida a la refracción. En conjunto el problema de la refracción es muy complejo por la cantidad de factores que intervienen, y la imposibilidad de encontrar una función que nos ligue el índice de refracción de un punto con su posición, la longitud de onda de la radiación y el tiempo.

No es objetivo de este artículo discutir o deducir fórmulas que implementen el comportamiento de la atmósfera ante la transmisión de ondas electromagnéticas, así que me limitaré a enunciar las fórmulas implementadas en el artificio.



Para el cálculo del índice de refracción ( $n_0$ ) en condiciones normales de temperatura y presión para una determinada longitud de onda viene dado por:

$$10^8 \cdot (n_0 - 1) = 6432,8 + 2949810 \cdot (146 - (1/\lambda)^2)^{-1} + 25540 \cdot (41 - (1/\lambda)^2)^{-1} \text{ (Edlen, 1953)}$$

en la que la longitud de onda hay que introducirla en micrómetros.

Para el cálculo del índice de refracción bajo determinadas condiciones de presión y temperatura:

$$n_{(T,P)} - 1 = (n_0 - 1) \cdot (1,0549 \cdot P \cdot (1 + P \cdot (0,015 \cdot T) \cdot 10^{-6})) / (760,4699 \cdot (1 + 0,0366 \cdot T))$$

(Barrell & Scars 1939)

en la que la presión hay que introducirla en mm de Hg y la temperatura en °C.

En la publicación Curso de Geodesia. Tomo I, de D. Rafael Cid Palacios (Universidad de Zaragoza, 1985) encontramos la fórmula que liga la curvatura de la línea de propagación de las ondas ( $\Gamma n$ ) con el índice de refracción:

$$\Gamma n = (n - 1) \cdot 10^{-3} \cdot \{ - (g \cdot \rho_0 \cdot T_0 / \rho_0) - \text{Grad } T \} / T \quad K_n = \Gamma n \cdot R$$

Donde:

$g$  es la gravedad,

$\rho_0$  la densidad del aire,

$\text{Grad } T$  la variación de temperatura respecto a la altura sobre el suelo, y

$R$  el radio medio de curvatura de la tierra en el punto de estación.

Por otra parte el índice de refracción geodésico  $\xi = K_n \cdot w$  siendo  $w$  el ángulo geocéntrico del tramo AB.

Y sabiendo que el índice de refracción geodésico es aquél que nos proporciona la desviación total por refracción, por tanto si admitimos que la desviación en el punto de partida de la onda es el mismo que en el de incidencia tenemos:

$$\begin{aligned} \Delta z &= \text{Dist}(AB) \cdot T_g (\xi/2) = \text{Dist}(AB) \cdot \xi/2 = \text{Dist}(AB) \cdot K_n \cdot w/2 = \\ &= \text{Dist}(AB) \cdot \Gamma_n \cdot R \cdot \text{Dist}(AB)/R = \Gamma_n \cdot \text{Dist}^2(AB)/2 \end{aligned}$$

Como es sabido la refracción actúa de manera positiva al ángulo de elevación, es decir nos hace observar las cosas más altas de lo que realmente están. Por lo tanto debemos modificar nuestro MDT sumando a cada cota el valor de refracción ( $\Delta z$ ) calculado para él.

## 8. CORRECCIÓN POR ONDULACIÓN DEL GEOIDE

La ondulación del geoide es la variación que existe entre esta superficie ficticia y el elipsoide de referencia.

Hasta ahora hemos conseguido reducir las cotas ortométricas al plano horizontal del observador modificándolas por esfericidad y por refracción, pero continúan referidas al geoide. Para tener una única superficie de referencia es por lo que también hay que reducir el geoide al plano horizontal del observador. Esta transformación se limita a calcular el incremento de ondulación del geoide que existe entre el punto de estación y el punto en cuestión, y sumarla o restarla según corresponda a las cotas registradas. No importa que el elipsoide de referencia no coincida con el elipsoide sobre el que se tiene



la ondulación del geoide, ya que lo que nos interesa son los incrementos de ondulación y no sus valores absolutos. Es decir transformamos las cotas ortométricas en elipsoidales.

En la Península Ibérica esta ondulación del geoide varía aproximadamente desde los 42 a los 56 metros (elipsoide de referencia GRS80), pero si tomamos un radio de 100 Km. alrededor de un punto cualquiera de estación el incremento de ondulación del geoide no suele ser mayor a los dos metros.

Nuevamente la cantidad que estamos tratando no es significativa, pero también he incluido la posibilidad de introducirla en los cálculos. Esto ha sido posible gracias al modelo de geoide que me ha proporcionado el IGN a través de D. Adolfo Dalda antiguo Geodesta Militar.

## 9. LA IMPLEMENTACIÓN INFORMÁTICA

No creo que sea motivo de este artículo mostrar la codificación de la herramienta, sin embargo no tengo ningún reparo en proporcionársela a quien tenga interés en conocerla. Como hasta la fecha toda la documentación de programación que hay sobre SIGMIL se refiere a C++, hemos decidido implementar la herramienta en Visual Basic.NET para demostrar que SIGMIL es perfectamente integrable con cualquier lenguaje de programación orientado a objeto, que pueda usar tecnología COM.

La implementación se basa en el diseño de una clase donde por medio de las distintas propiedades se puede introducir los datos necesarios (MDT's, coordenadas punto estación, etc ...), así como la configuración del resultado que queremos obtener (aplicar o no radio 4/3, generar o no fichero raster, tipo de radio de curvatura, etc), también se han definido varias funciones de carácter interno de la clase para ejecutar cálculos intermedios como el calculo del índice de refracción o los radios de curvatura del punto estación, por ultimo se han introducido dos métodos uno que comprueba que tanto los datos base como los parámetros de configuración están cargados correctamente, y otro llamado "Calculate" que ejecuta todas las operaciones expuestas en este artículo y genera el MDT modificado.

La relación de propiedades y una breve explicación de las mismas son:

**MDTPath() As String:** Localización MDT de entrada.

**Resolucion() As Int16:** Resolución con la que se generará el MDT modificado.

**FREPath() As String:** Localización del archivo raster con las zonas vistas y ocultas. Si no se introduce no se genera el fichero raster.

**VistaTransparente() As Boolean:** True marca la zona visible con color transparente.

**PEstacionX() As Double:** Coordenada X del punto de estación.

**PEstacionY() As Double:** Coordenada Y del punto de estación.

**AlturaVuelo() As Int16:** Altura de vuelo de la amenaza utilizada para zonas vistas y ocultas.

**AlturaRadar() As Int16:** Altura sobre el suelo de la antena del radar.

**AlcanceRadar() As Int16:** Alcance máximo en la adquisición del radar.

**CuatroTercios() As Boolean:** Al realizar los cálculos de zonas vistas y ocultas se toma como referencia una esfera de radio  $\text{ProporcionRadio} \cdot R$ .

**ProporcionRadio() As Double:** Proporción del radio de la tierra.

**CalConGeoide() As Boolean:** Al modificar el MDT se hará también por ondulación del geoide.

**MDTGeoide() As String:** localización del MDT que contiene la ondulación del geoide.

**ConRefraccion() As Boolean:** Se usarán los cálculos de refracción para la modificación del MDT.

**Presion() As Double:** Dato de presión para los cálculos de refracción.



**Temperatura() As Double:** Dato de temperatura para los cálculos de refracción.  
**GradienteTAire() As Double:** Dato de gradiente de temperatura para los cálculos de refracción.  
**LONda() As Double:** Longitud de onda del radar.  
**RadioGauss() As Boolean:** Indica si se utilizará para los cálculos el radio medio de curvatura, o el radio de curvatura para cada acimut.

Y los siguientes métodos:

**Function Ready() As Boolean:** Nos indica si el objeto tiene cargados los datos suficientes para realizar los cálculos.

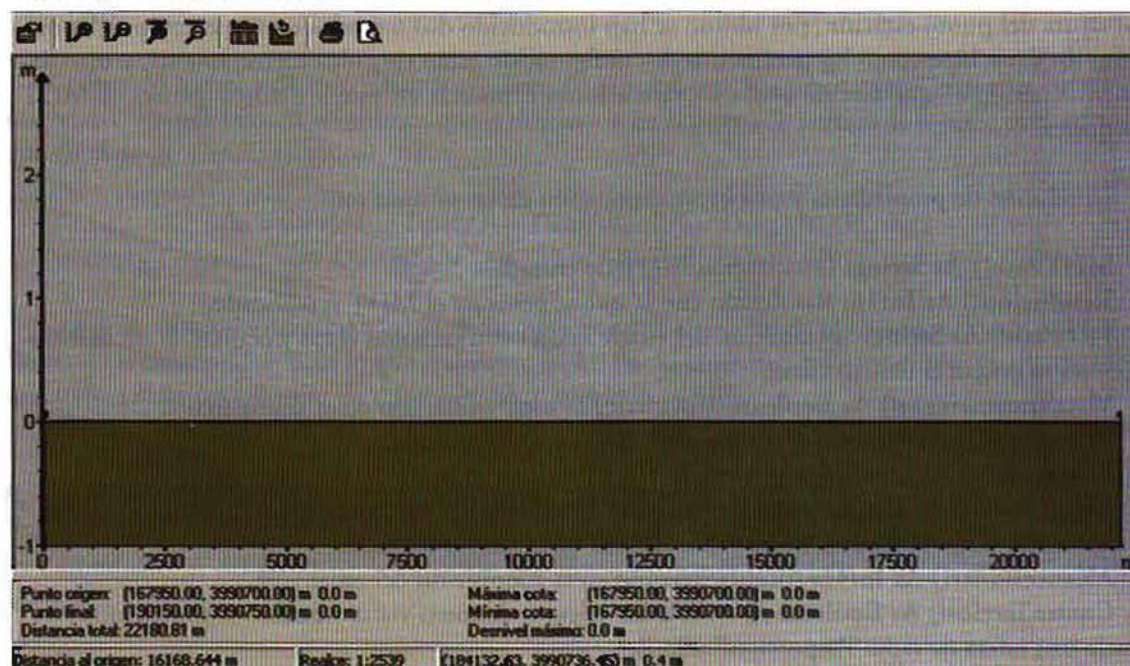
**Function Calculate() As Boolean:** Efectúa los cálculos. Se genera un MDT "C:\diagram.geo" con las modificaciones realizadas.

Para poder interactuar con dicha clase se ha desarrollado también una interfaz gráfica.

## 10. RESULTADOS

Una vez implementada la herramienta que he diseñado me dispongo a obtener los primeros resultados. Situándonos en la Bahía de Cádiz trazamos un perfil con el MDT sin rectificar para comprobar que efectivamente el perfil trazado sobre la superficie del mar es plano y tiene de cota ortométrica 0 m.

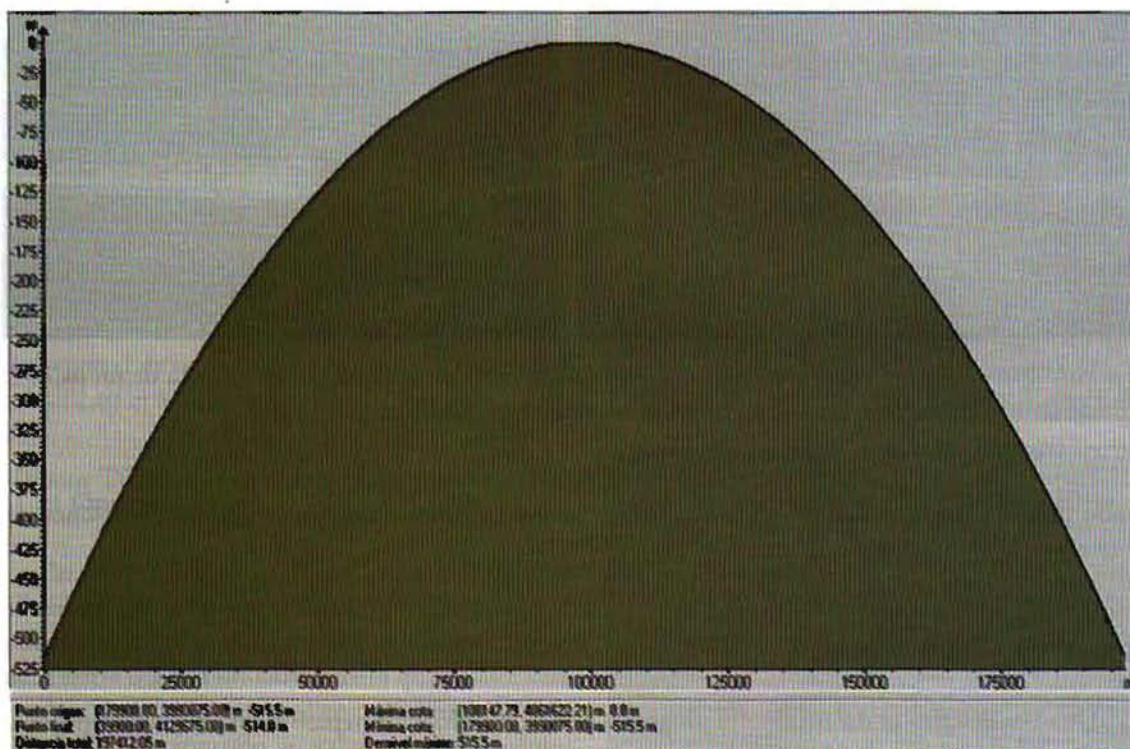
Configurando las opciones adecuadas; alcance del radar 80 Km., longitud de onda centimétrica y datos atmosféricos modelo, obtengo un MDT modificado. De primeras me interesa sacar un perfil para observar la curvatura de la tierra y obtengo este resultado:



Y si generamos las curvas de nivel:

Muestras inequívocas de que hemos conseguido modificar el MDT implementando la esfericidad de la tierra, acompañada de la correspondiente refracción de la señal, en el MDT.



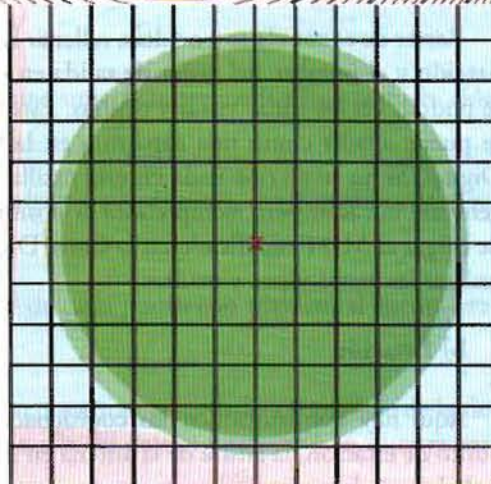
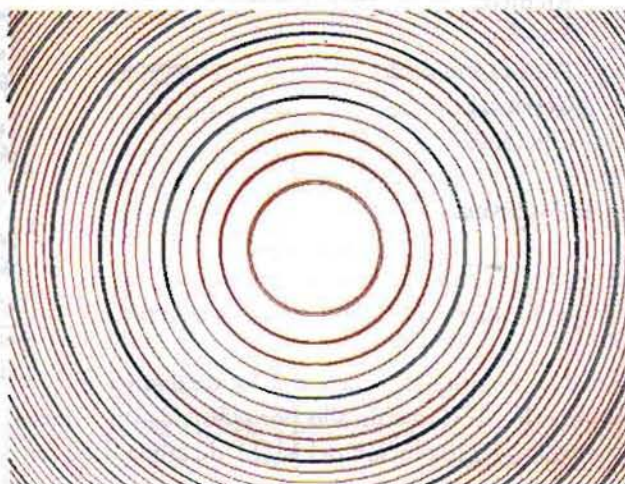


Pasemos ahora a comparar los ficheros de zonas vistas y ocultas generados, uno teniendo en cuenta la refracción y otro tomando como radio de curvatura el de  $\frac{4}{3}$  del de la Tierra. Introducimos como base de nuestro cálculo altura del avión 100 m. y alcance del radar 80 Km.

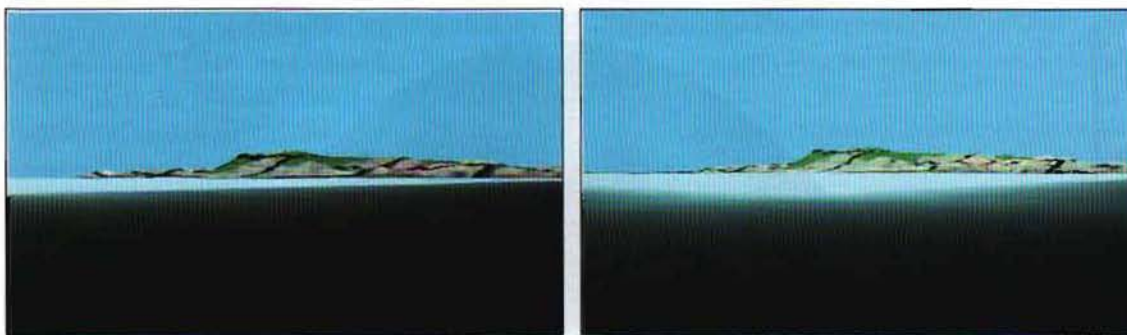
Y obtenemos lo siguiente:

Tomando como referencia la rejilla de 10 Km. observamos que el alcance en detección usando los cálculos por refracción aumenta en un 10% al utilizado por diagramas de  $\frac{4}{3}$  de R.

Considero que este resultado es totalmente satisfactorio, y demuestra la concordancia en las distancias de detección utilizando un sistema u otro. Creo que los diagramas confeccionados con cálculos de refracción son más aproximados a la realidad que los confeccionados con el artificio de tratar los perfiles con diagramas de  $\frac{4}{3}$  de R, ya que este último método, al estar muy simplificado, en distancias superiores a los 20 Km. se puede proporcionar resultados desvirtuados.







Por último veamos como influye la curvatura de la tierra en la observación directa de un paisaje. Situándonos frente a las costas de Almería los resultados son los siguientes:

La primera panorámica esta realizada con el MDT sin tratar y la segunda con un MDT modificado por esfericidad y refracción. Las diferencias son evidentes tanto en la definición de línea de costa, como en línea de horizonte.

## 11. USO DEL PROGRAMA

Una vez descrito el desarrollo del programa vamos a realizar un repaso de las distintas opciones para tener una mayor claridad. Al abrir el programa nos sale una ventana con varias solapas:

- Archivos
- Estación
- Punto Observado
- Refracción
- Opciones

### a) Archivos

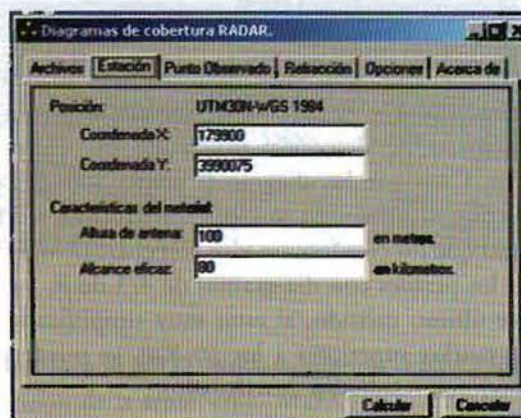
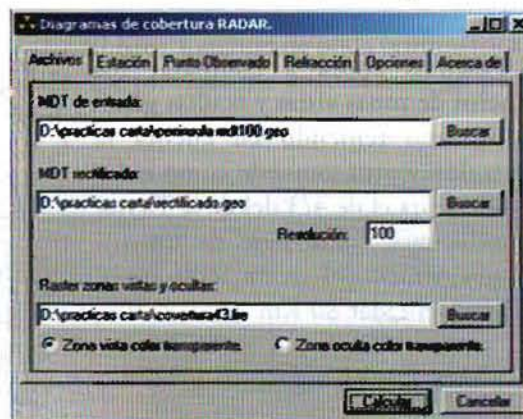
MDT de entrada, mediante el botón Buscar hay que localizar el MDT que vamos a rectificar.

MDT rectificado, rellenar la localización y el nombre de MDT rectificado por esfericidad y refracción. Es el MDT sobre el que se van a realizar los perfiles. La resolución del MDT de salida debe ser igual o inferior al MDT de entrada.

Raster de zonas vistas y ocultas, rellenar la localización y el nombre del raster de salida en el que se podrán ver las zonas vistas y ocultas. Este raster se puede añadir como una capa más en la Carta Digital. Si no se escribe nada en esta casilla no se generará el raster pero siempre está la posibilidad de cargar el MDT rectificado en la Carta Digital y realizar las zonas vistas y ocultas.

### b) Estación

Aquí hay que introducir las coordenadas del punto de estación, la altura de la antena en metros y el alcance del radar en km.,s.





### c) Punto observado

Altura de vuelo de la amenaza.

### d) Refracción

Hoy se pueden elegir 2 opciones. Una es utilizar las condiciones atmosféricas normales lo que implica realizar el diagrama de cobertura  $4/3 R$  y la segunda es introduciendo los datos atmosféricos y de longitud de onda reales y entonces el programa modificará el MDT según está descrito en este artículo.

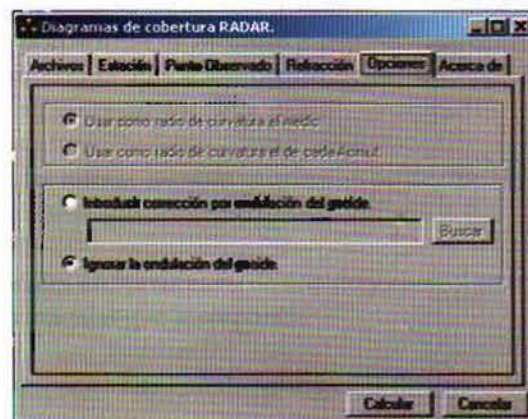
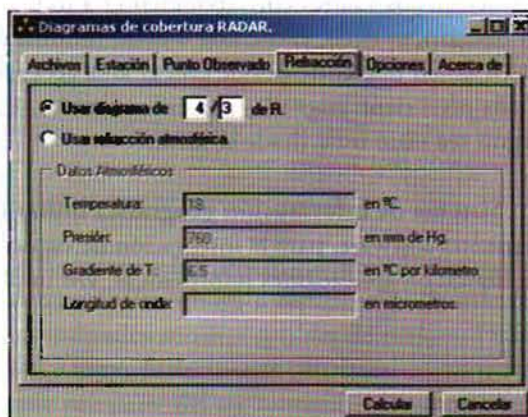
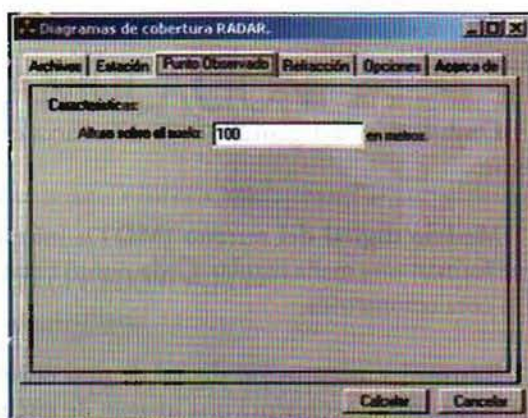
### e) Opciones

En esta última solapa la podemos utilizar para afinar los cálculos que realiza el programa. En el primer recuadro podemos elegir que la esfericidad de la tierra sea con un radio medio que en este caso es el ya descrito o que utilice un radio para cada visual, esta opción sólo se activa cuando tomamos unos datos atmosféricos distintos de los normales.

Se recomienda usar la primera opción ya que el cálculo se ralentiza enormemente.

En el segundo recuadro podemos elegir entre introducir la ondulación del geode o ignorarla.

Se recomienda introducirla pues así el MDT rectificado saldrá con cotas elipsoidales y no ortométricas que es como debe ser ya que las zonas vistas y ocultas que se crean desde un punto de vista son debidas a los obstáculos que hay a la vista.



## GLOSARIO

**Geoide:** Según la definición de Gauss (1777-1835) es una superficie perpendicular a la dirección de la gravedad en cualquiera de sus puntos.

**Datum vertical o altimétrico:** Es el origen de altitudes para cada zona. En España es el nivel medio del mar en Alicante.

**Altura o cota ortométrica:** Es la diferencia de altitud de cada punto con respecto al datum vertical.

**Datum horizontal:** Las proyecciones cartográficas no representan la verdadera superficie de la tierra, irregular y compleja, sino una elipsoidal aproximada a ella. El datum horizontal en nuestra cartografía es el elipsoide de Hayford.



**Altura elipsoidal:** Es la altura de un punto teniendo como referencia el elipsoide. En general, esta altura no coincide con la altura ortométrica.

**Ondulación del geoide:** Es la diferencia entre la altura ortométrica y la altura elipsoidal en un punto.

**Modelo digital del terreno (MDT):** Información digital que consta de un conjunto de puntos que forman una malla regular. Cada punto tiene sus coordenadas planimétricas, en proyección UTM, y la cota ortométrica.

**Ráster:** La información digital de tipo ráster proporciona una réplica digital de la cartografía en soporte papel o, representa una imagen de satélite o fotograma aéreo. Por su propia estructura, ha de almacenar los valores correspondientes a todo el rectángulo geográfico que cubre. Por su naturaleza es discreto, es decir, existe una unidad mínima de información que es el píxel, al cual se le asigna un valor único que corresponde con el área geográfica cubierto por el mismo (normalmente un color). Cada píxel tiene asignadas unas coordenadas. En nuestro caso los píxeles se le asignan sólo 2 colores según sea visto o no desde el radar.

**Sistema de información geográfica miliar (SIGMIL):** Conjunto de librerías modulares de componentes software, para la integración de capacidades de gestión y análisis de Información Geográfica digital en aplicaciones informáticas, y/o implementación de aplicaciones SIG, de carácter militar.





## APROXIMACIÓN A LA PLANIFICACIÓN INTELIGENTE (I)

D. JOSÉ MIGUEL CASTILLO CHAMORRO

Teniente Coronel de Artillería

Dr. D. DIRK SASCHA OSSOWSKI

Profesor Titular de la Universidad

Rey Juan Carlos, de Madrid

Dr. D. LUIS PASTOR PÉREZ

Catedrático de la Universidad

Rey Juan Carlos, de Madrid

### INTRODUCCIÓN

La ciencia y su aplicación tecnológica han influido siempre en los procedimientos de actuación dentro de los operaciones militares. El rápido cambio tecnológico obliga a replantearse de manera cada vez más continua, si los procedimientos y sistemas utilizados son susceptibles de mejora. Hasta hace poco más de diez años, los métodos de planificación y toma de decisiones consistían en un único proceso, la elaboración de la información exclusivamente por parte del ser humano. Hoy en día nos encontramos en el inicio de una nueva etapa de utilización de la tecnología dentro de los complejos sistemas de mando y control. La ciencia ha permitido la aparición de métodos y procedimientos que están lo suficientemente contrastados para asegurar su exitosa aplicación dentro de los sistemas de mando y control.

Un factor que opera en contra de la aplicación de las nuevas técnicas consiste en la inercia en la utilización de métodos cotidianos.

Si reflexionamos sobre los últimos avances incorporados en los sistemas de mando y control en los últimos años, podríamos resumir que han sido dos las ventajas que incorporan:

- el aumento de la información que se recibe en los puestos de mando, gracias a la mejora de las comunicaciones
- la presentación de la información mediante dispositivos que permiten visualizar un mapa de situación.

Ese aumento en la recepción de información provoca en la mayoría de los casos la saturación del elemento humano a la hora de analizar el escenario en que se desenvuelve. Por tal motivo nos encontramos ante un nuevo reto tecnológico, consistente en analizar el estado del arte de la planificación y buscar soluciones para los futuros sistemas de mando y control.

Nuestra intención consiste en presentar las posibilidades que hoy en día ofrece la ciencia para resolver uno de los problemas emblemáticos dentro del mundo del mando y control, nos referimos al proceso de planificación de operaciones asistido por ordenador.

En este primer artículo estableceremos las bases en lo que al proceso de planificación se refiere, así como analizaremos los conceptos sobre los que se sustenta la posible solución.



En posteriores artículos presentaremos una metodología para la construcción de sistemas de planeamiento inteligente e introduciremos su posible aplicación a través de ejemplos prácticos que corroboren la idoneidad de aplicación del procedimiento.

Estamos convencidos de estar trabajando en la línea de resolución a nivel técnico de problemas de aplicación militar. Las soluciones que se aportan podrán servir para el desarrollo de los futuros programas de construcción de puestos de mando y control tanto de artillería de campaña como antiaérea.

Queremos expresar nuestro ofrecimiento como investigadores, para adaptar el método en la resolución de problemas concretos, tanto a la Academia de Artillería, al Mando de Artillería de Campaña y al Mando de Artillería Antiaérea, como a las Jefaturas de los programas de Artillería.

## FUNDAMENTOS

El Diccionario de la Real Academia define "planificación" como "Plan general, científicamente organizado y frecuentemente de gran utilidad, para obtener un objetivo determinado, tal como el desarrollo económico, la investigación científica, el funcionamiento de una industria, etc".

La planificación o el planeamiento es un amplio campo de conocimiento que abarca situaciones reales muy distintas. Cualquiera de las actividades humanas podrían ser objeto de planificación con la intención de obtener o aproximarse a un objetivo determinado.

En un sentido estricto el planeamiento estriba en una ordenación de diversos procesos para la consecución de uno o varios objetivos determinados.

Una primera clasificación de la planificación puede atender a la naturaleza o el plazo para la consecución de esos objetivos, por lo que podemos distinguir entre planificación estratégica o de largo alcance, y planificación táctica o de alcance más reducido e inmediato. Los métodos o técnicas utilizados en la acción de planificar en uno y otro caso son también diferentes. En lo referente a la planificación a largo plazo, que tiene por objetivo la extrapolación de situaciones futuras no vividas con antelación, se utilizan métodos estimativos de naturaleza estocástica; mientras que en la planificación a corto plazo en la que los cometidos a realizar y los recursos disponibles son cuantificables y normalmente conocidos se utilizan métodos de asignación por tanteo.



Es usual que el alcance de la planificación condicione también el tiempo requerido para la planificación o para la toma de decisiones, de manera que el tiempo útil para el planeamiento y toma de decisiones estratégicas suele ser amplio; mucho más reducido el del planeamiento táctico, sin dejar tiempo para una planificación detallada, especialmente cuando se presentan eventos que requieren de respuesta inmediata.

Ordinariamente la planificación tiene una menor importancia cuando su repercusión no afecta de forma grave, o cuando en determinadas ocasiones puede retornarse a la situación inicial para decidir o asignar nuevamente un esfuerzo a un determinado proceso. Por otra parte, el ejercicio de planificación se ve mejorado gracias a que el conocimiento humano aprende progresivamente de las situaciones experimentadas, circunstancia que proporciona una experiencia que facilitará la posterior planificación en un ambiente de similares características.



La problemática de la planificación es aún más complicada y rigurosa cuando ha de realizarse en corto espacio de tiempo, con escasa experiencia en el campo en el que se planifica y cuando una imprecisión o un error en el proceso de planificación puede contraer consecuencias irreparables, bien por no poder volver a una situación de inicio para modificar una decisión tomada, o por estar en juego razones de importancia extrema.

**(CLASIFICACION)**  
**LISTA DE OBJETIVOS**

**Referencias:**

- (1) Mapa Serie L, hojas ...  
(2) OO. núm. 1.

Copia para GACA. XXII

PC. GACA. XXII

Modificaciones por:

Lugar GOLF

Fecha/hora difusión 290530 MAY 95

Núm.de referencia del mensaje

Lista núm. 1

Hoja 1 de 1

LINEA NUM.	OBJETIVO NUM.	DESCRIPCION	SITUACION
1	BY7036(a)	Bla. OB.s. 122 mm. (6).	63606594
2	BY7040	Morteros (6).	60316858
3	BY7047	Morteros (6).	63196310
4	BY7049	Morteros (3).	65316379
5	BY7100	Morteros (3).	59266474
6	BY7314	Morteros 160 mm. (4).	60306505
7	BB0037	Fortificación.	63586228
8	BB0038	Fortificación Pelotón.	63636882
9	BB0039	Posición Def. Pelotón.	63256854
10	BB0041	Posición Def. Pelotón.	62326822
11	BB0042	Posición Def. Pelotón.	62686830
12	BB0050	Posición Def. Pelotón.	62546825
13	BB0674I	dem. (sin confirmar).	59266693
14	BB2021	Posición Arma (AMM/DCC.).	65286429
15	BB2022	Centro de Transmisiones.	65406484
16	BB2111	Puesto de Mando	65626520
17	BB2120	Arma DCC.	64486333
18	BB2133	Puesto de Mando	64246458
19	BB2143	Observatorio	62506285
20	BB4121	Fortificación Pelotón	60186843
21	BB4122	Organización Def. Pelotón	60936805
22	BB4123	Organización Def. Pelotón	61256846
23	BB4124	Organización Def. Pelotón	60356823
24	BB4136	Arma DCC.	59846254
25	BB4137	Arma DCC.	59846347
26	BB4144	Organización Def. Pelotón	62036693
27	BB4145	Organización Def. Pelotón	61366335

**OBSERVACIONES**

(a) 200 x 100

Acuse de recibo

Legalización

Distribución GACA XXII

Apellidos del Mando GARCIA

Empleo Tcol.

(CLASIFICACION)



Dentro de este enfoque surgen enseguida modalidades muy diversas de la planificación que engloban realidades importantes de nuestro mundo como es la planificación multiobjetivo contando con restricciones o ligaduras entre ellos, la planificación con oponentes típica de la teoría de juegos, la planificación multi-etapa, etc., que representarían casos concretos como la planificación de operaciones militares, la planificación estratégica de una línea de negocio, la planificación de una campaña publicitaria, etc. En todas ellas hay que aceptar que la ejecución de esas decisiones no es perfecta y que, por tanto, no se producen exactamente los resultados esperados como consecuencia de factores de naturaleza muy distinta: aleatoria, antagonista, etc., y obligan a reconsiderar las decisiones posteriores.

El objetivo general de este trabajo de investigación es el de explorar la posibilidad de utilización de una metodología común aplicable a los procesos de planeamiento. La metodología detallará las diversas etapas de construcción de modelos de planeamiento en el que se apliquen procedimientos de Inteligencia Artificial, para la construcción de agentes adecuados a la resolución de problemas concretos. La correcta actuación de agentes permitirá la mecanización de los procesos de razonamiento y la aplicación de reglas objetivables que se utilizan en la planificación. La obtención de resultados en este campo permitirá establecer una metodología para la construcción de modelos para planeamiento y verificar la idoneidad de aplicación de procedimientos de IA. dentro del extenso campo de la planificación.

## **DEFINICIONES**

Dentro del mundo de la gestión y dirección de cualquier tipo de proyecto o actividad se utilizan de manera común una serie de términos de naturaleza más social que científica. Para definirlos debemos analizar el enfoque que para cada uno de estos términos proporciona el diccionario de la Real Academia de la lengua Española. En alguno de ellos será necesario aportar a su definición algunos aspectos que por su especial significación puedan ayudar a comprender el proceso que describen.

### ***Dirigir***

Gobernar, regir, dar reglas para el manejo de una dependencia, empresa o pretensión. Esta acción implica la capacidad de tomar decisiones con las responsabilidades y obligaciones que conllevan.

### ***Control***

Comprobación, inspección, fiscalización, intervención. Dominio, mando, preponderancia. Este término aporta el deseo por parte de la dirección de conocer el estado del proceso y poder intervenir mediante una adecuada toma de decisiones.

### ***Toma de decisiones***

Determinación, resolución que se toma o se da en una cosa dudosa o para el desarrollo de una determinada acción.

### ***Apoyo a la toma de decisiones***

Uso de elementos auxiliares que permitan el análisis del problema y que sirvan de ayuda al proceso de toma de decisiones.



## ***Planificar***

Hacer plan o proyecto de una acción. Aunque dependiendo de la naturaleza del problema se podrían usar múltiples clasificaciones de este término, con vistas al desarrollo de este trabajo de investigación utilizaremos "planificación a corto plazo o táctica" para referirnos a periodos de tiempo reducidos que entran dentro del dominio de quien dirige la acción. Usaremos "planificación a largo plazo o estratégica" para definir una situación de mayor perspectiva en tiempo y que escapa del conocimiento efectivo de la situación al tratarse de un futuro.

### **Consideraciones sobre las definiciones**

Tras el análisis comparativo entre el concepto de "planificación" y el de "control y toma de decisiones", llegamos a la conclusión que la única diferencia estriba en el concepto relativo del tiempo. En el primero tratamos acontecimientos que se sucederán en el futuro, mientras que en el segundo los eventos ocurren en tiempo real; el resto de acontecimientos que se suceden pueden ser idénticos en ambos casos.

Si la utilización de ordenadores basados en métodos inteligentes permite la obtención de una respuesta casi inmediata en tiempo real, resulta que ambos conceptos (el de planificación y el de mando y control), se funden en uno solo.

## **SITUACIÓN ACTUAL**

### ***En la planificación estratégica***

Escasos son los procedimientos usados en planificación estratégica, definiendo ésta como aquella encargada de prever acontecimientos y acciones a largo plazo. Entre los procedimientos o sistemas más usados se encuentran los estudios de Predicción, de Proyección y de Prospectiva.

La Predicción intenta describir una cadena de acontecimientos futuros según una línea de evolución que parece más probable. Consiste generalmente en extrapolaciones de tendencias pasadas o de relaciones sistemáticas entre acontecimientos observados en el pasado.

La Proyección se centra en un análisis condicional del futuro.

La Prospectiva intenta crear una imagen del futuro disminuyendo la consideración del pasado, pero nunca eliminándolo. Los métodos prospectivos que corresponden a una exploración imaginativa e intuitiva, parten de premisas estructurales que están basadas en el pasado, pero que están abiertas en todo momento al cambio.

La Prospectiva vive actualmente un momento de auge frente a la predicción o previsión clásica que vive un período de crisis, por tal motivo la tomaremos como patrón dentro de la situación actual en el campo de la planificación estratégica.

### ***En la planificación táctica***

Los procedimientos que en la actualidad se utilizan para la toma de decisiones en lo referente al planeamiento táctico son





procedimientos manuales o mecanizados, en los que se transmite el estado de un conjunto determinado de recursos, para que el elemento humano tome decisiones sobre su utilización al objeto de conseguir un determinado objetivo o cumplir una determinada misión. Ninguno de los sistemas de planificación actuales integra la ayuda asistida por ordenador en lo referente a la asignación inteligente de recursos a acciones, o en la mera distribución de acciones, sino que se limitan a presentar la información en el momento que está disponible.

De manera general, el planeamiento se realiza para un extenso periodo de tiempo asignándose recursos a determinadas tareas o procesos en cuya ejecución se supone no va a producirse ningún cambio. En el caso de la aparición de un imprevisto, será el elemento humano el que determine con la inmediatez posible las modificaciones a introducir en el plan, circunstancia de alto riesgo por el escaso tiempo que a veces se dispone para modificar el planeamiento y la complejidad de datos a manejar a la hora de tomar decisiones.

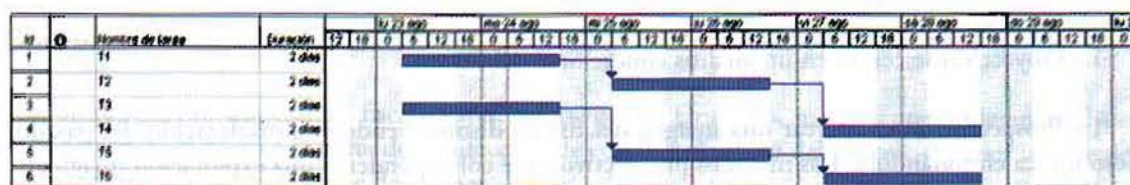
### *En la planificación de proyectos de naturaleza empresarial*

Hoy en día existen herramientas de ayuda a la planificación de proyectos que integran técnicas de grafos, que permiten realizar una planificación tradicional a medio o largo plazo de un determinado proyecto.

Se basan en la introducción de tareas de duración prevista, recursos y tasas, y permiten estimar la duración de los proyectos y sus costes asociados.

Las mencionadas herramientas tienen capacidad de detectar sobreasignaciones de recursos coincidentes en tiempo y ofrecen la posibilidad de resolución de los mismos mediante retraso o división en la realización de tareas, atendiendo a las holguras previstas en la planificación, y con capacidad de restablecer planificaciones. No existen sistemas de planificación que generen de forma automática planes optimizados mediante la incorporación de reglas que emulen el razonamiento humano para la toma de decisiones en este entorno.

Tampoco se evalúan las características cualitativas de los recursos, ya que se presupone una cualificación homogénea para todos ellos.



### *En la planificación con control*


La práctica actual en la planificación de procesos se centra en la necesidad de realizar un estudio de planificación duradero, que permita evaluar la viabilidad de los proyectos u operaciones y que marque unas pautas generales para el desarrollo de unas líneas de actuación. Posteriormente y en la fase de realización de la operación, se plantea el requerimiento de controlar y modificar en tiempo útil la reasignación de recursos dependiendo de los acontecimientos que se sucedan. Esta última circunstancia es crítica e inviable en aquellas operaciones que impera la resolución de una nueva situación en tiempo real, con escaso margen para el estudio de todas las posibles alternativas. Dándose, por tanto, soluciones de carácter estimativo que pueden dar al traste con la consecución de los objetivos de la misión.



En lo referente a la planificación clásica existen publicaciones y modelos a seguir dentro de cada uno de los campos en los que es aplicable, pero con respecto a la planificación con control no abundan estudios relevantes sobre su aplicación.

Para que pueda existir control en la planificación es necesario contar con:

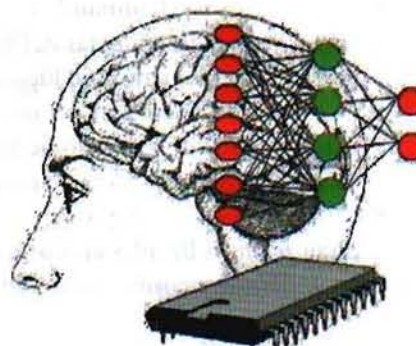
- La información precisa en el momento adecuado.
- Posibilidad de elaborar esa información de manera que se obtenga de forma automática una ayuda a la decisión para el elemento humano.

HOJA DE PROGRAMACION No. 1...													(PREPARACION BRIMZ XXII CO. VI)			
DOMINADOR DE LISTA No. 1																
UNDA No	UNIDAD		OBJETIVOS PROGRAMADOS										OBJ. A DETECCION	OBSERVACIONES		
	(a)	(b)	(c)													
	UNIDAD Y CALIBRE	UNIDAD DE TIPO	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7			+8	+9
1	6400 XXII (55/27 mm)	1	07 0400	07 0407	07 0404	07 0409	07 0405	07 0406	07 0408	07 0403	07 0410	07 0402				
2		2	07 0400	07 0407	07 0404	07 0409	07 0405	07 0406	07 0408	07 0403	07 0410	07 0402				
3		3	07 0400	07 0407	07 0404	07 0409	07 0405	07 0406	07 0408	07 0403	07 0410	07 0402	BB 4145 30			
4	6400 XXII (55/27 mm)	1	07 0400	07 0407	07 0404	07 0409	07 0405	07 0406	07 0408	07 0403	07 0410	07 0402				
5		2	07 0400	07 0407	07 0404	07 0409	07 0405	07 0406	07 0408	07 0403	07 0410	07 0402	BB 4144 42			
6		3	07 0400	07 0407	07 0404	07 0409	07 0405	07 0406	07 0408	07 0403	07 0410	07 0402	BB 4144 42			
													6) PR/VT			
													7) 50% PR/VT 50% PEN.			

En el desarrollo de este trabajo de investigación se presupone que se cuenta con la información precisa para comenzar el proceso de planificación, circunstancia patente en los sistemas de mando y control en servicio.

## OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo de investigación es el desarrollar una Metodología que basada en la utilización de agentes, facilite la mecanización de procesos de planeamiento de carácter estratégico o táctico con control en tiempo útil. La metodología permitirá resolver problemas de planeamiento referidos a situaciones definidas por un número importante de características heterogéneas, no conocidas con exactitud y con frecuencia evaluadas subjetivamente. Será por tanto necesario realizar un análisis conjunto previo a la propia toma de decisiones y que en ocasiones se ejecuta con importantes restricciones de tiempo.





Para conseguir ese objetivo global del trabajo se establecen objetivos parciales más concretos, a saber:

- Definición detallada de los entornos de planeamiento
- Aproximación mediante iteraciones a la hipótesis metodológica
- Estudio de las herramientas que servirán de base para la construcción de agentes

Desde el punto de vista teórico y práctico, se pretende poner a prueba la consecución de estos objetivos parciales a través del estudio detallado de dos entornos de planificación distintos: el estratégico y el táctico.

### ***Resolución de problemas de planificación estratégica***

Hemos desarrollado un modelo de planeamiento de carácter estratégico basado en MECMI-PLAN que, sin olvidar los objetivos alcanzados por los métodos que en la actualidad se utilizan, pretende salvar las dificultades que desde el punto de vista formal presenta los actuales estudios de Prospectiva.

De forma resumida, los estudios de Prospectiva presentan ciertas dificultades o debilidades que se pueden resumir en los siguientes términos:

- El grupo de expertos ha de definir la intensidad de los eventos futuros en términos de probabilidad. La probabilidad expresa de manera intrínseca la condición de que el suceso se haya repetido un número determinado de veces. No obstante, y hablando de planificación estratégica parece poco acertado expresar la intensidad de un determinado evento en términos de probabilidad ya que éste no puede medirse de manera relativa.
- Tras la recepción de las probabilidades directas y cruzadas el equipo de analistas aplica el Teorema de Bayes para determinar las probabilidades "a priori". Los resultados de este análisis son nuevamente remitidos al grupo de expertos al objeto de obtener un consenso y que el mencionado grupo modifique su observación previa. Situación que no es del todo bien entendida desde el punto de vista de los expertos.
- Los eventos característicos del escenario son expresados en términos de probabilidad con expresión mínima de resolución de probabilidades, es decir, la diferenciación entre eventos se encuentra en términos de milésimas o a veces de décimas de milésimas; lo que hace dudosa la identificación de sucesos que puedan conformar un escenario.

Las ventajas que se espera obtener con la explotación del modelo objeto de estudio en comparación con el sistema actual de planeamiento estratégico son las siguientes:

- Los expertos no definirán la intensidad de los eventos en términos de probabilidad, sino que lo harán utilizando etiquetas del lenguaje natural. Para el procesamiento de éstas etiquetas se utilizarán procedimientos de lógica borrosa.
- El estudio y generación del escenario se realizará mediante técnicas de clasificación basada en redes neuronales, evitando de esta manera el uso y aplicación del teorema de Bayes para el cálculo de las probabilidades "a priori".
- Para determinar la importancia o peso específico que cada evento posee en el escenario se utilizarán técnicas basadas en búsquedas inteligentes. De esta manera, se podrá proceder a realizar un análisis de sensibilidad que mejore el usado hasta la fecha por comparación de magnitudes con baja resolución.



## ***Resolución de problemas de Planificación táctica***

Dentro del campo de la gestión de proyectos o de la planificación de operaciones es necesario asignar recursos disponibles a tareas previstas, de manera que podamos estimar la viabilidad del proyecto, su duración o sus costes. La problemática se complica cuando la asignación de recursos no es unívoca sino que existen varias posibilidades de asignación de los recursos a las tareas. Esta circunstancia provoca una explosión combinatoria dentro del espacio de estado de posibles soluciones, que es necesario explorar con el fin de encontrar la asignación que permita hallar la solución que satisfaga la realización del proyecto.

Un típico ejemplo de naturaleza militar sería el de la confección de un plan de operaciones en el que se asignan misiones a unidades para el desarrollo de una operación. En este caso toman una especial relevancia los casos de planeamiento de operaciones en los que intervienen unidades de artillería, por ser éste un recurso escaso y crítico en su empleo.

### ***Limitaciones del sistema***

El sistema actual de planeamiento táctico presenta una serie de limitaciones que impiden aventurar el probable éxito de la conducción de las operaciones en curso, debido a los siguientes factores:

- El tiempo empleado en confeccionar un determinado plan es elevado, ya que el proceso se realiza de forma manual.
- Los factores que intervienen en la planificación son complejos y no carentes de subjetividad en algunos casos.
- Existe premura de tiempo en la obtención de un plan de asignación, circunstancia que prima sobre el tiempo de confección del mismo, lo que implica que su elaboración no esté depurada o exenta de errores en algunas ocasiones.
- Los planes que se generan en la actualidad no están optimizados, sino que cualquier plan que cumpla con el procedimiento general de planeamiento es válido.
- No se contempla la modificación y adaptación del plan a una nueva situación generada por la no obtención de resultados previstos, lo que puede dar al traste con la consecución del objetivo a conseguir.

## **DE LA NECESIDAD DE UN ENFOQUE METODOLÓGICO PARA LA RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA**

La resolución de problemas ha sido objeto del pensamiento científico desde la antigüedad. Dentro del campo de la informática, en los últimos treinta años ha cobrado especial relevancia la necesidad del uso de metodologías que permitieran abordar la resolución de problemas desconocidos y de diversa índole pero que por su similitud tuvieran procesos de resolución similares.

Es necesario discernir entre el uso de metodologías desde un punto de vista global, y el de métodos o técnicas que ayuden a resolver el problema en un estadio específico de su resolución.

### ***Metodologías***

Las metodologías pretenden ser la piedra filosofal que tras la realización de una serie de tareas permita aproximar una o varias soluciones al problema, que de otra forma sería difícil de abordar. En un sentido amplio, pueden definirse como un conjunto de métodos o técnicas que permiten el desarro-



llo de la solución de un determinado problema. Es de destacar la definición que al respecto Rumbaugh proporciona sobre este concepto:

*“Una metodología de ingeniería software es un proceso para la producción organizada del software, empleando una colección de técnicas predefinidas y convenciones en las notaciones. Una metodología se presenta normalmente como una serie de pasos, con técnicas y notaciones asociadas a cada paso”.*

Entenderemos por metodología, el conjunto de pasos ordenados que a modo de guía, cataloga los procesos o fases que se han de realizar a la hora de conseguir el objetivo final de la resolución del problema.

Cuanto mayor es el ámbito o variedad de problemas que se pretenden resolver, más general será la metodología y mayor será el número de ramas alternativas que ésta contemple.

### **Métodos**

Los métodos tienen un ámbito de aplicación algo más reducido y específico. Consisten en técnicas o procedimientos que permiten resolver partes específicas de un problema.

La metodología abarca el problema en su conjunto como un todo, mientras que el método o técnica pretende resolver parte del mismo de manera específica.

### **La problemática de la planificación**

La planificación en cualquiera de los entornos en los que se precise, posee peculiaridades específicas que aparentemente podrían indicar la imposibilidad de utilización de una metodología común. No obstante, y por diferentes que parezcan los procesos de planificación, éstos poseen similitudes a la hora de abordar el problema en su conjunto. El elemento diferenciador, a la hora de resolver un problema de planificación, radicará en la elección del método adecuado dentro de los pasos específicos de la metodología.

Hoy en día no existen en la bibliografía científica metodologías generales de aplicación para resolver problemas de planificación. Más bien existen métodos de resolución de problemas específicos, que permiten optimizar la solución obtenida a un problema concreto.

## **INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE AGENTES**

El concepto de agente ha aparecido recientemente durante los años 90, siendo además utilizado en diversas disciplinas científicas que abarcan desde la Inteligencia Artificial hasta la Psicología.

Los orígenes de la tecnología de agentes comienzan con la Inteligencia Artificial Distribuida, es decir con la resolución de problemas de forma distribuida. El concepto de agente como entidad computacional aislada evoluciona desde la Inteligencia Artificial Distribuida debido al influjo de la Ingeniería del Software. Además del aspecto teórico, el desarrollo práctico de los agentes se ha visto potenciado por el enorme crecimiento de Internet. Dentro de este ámbito de aplicación existe una gran influencia de la teoría de interfaces de usuario y de la interacción hombre-máquina.



Tal vez la capacidad más novedosa aportada por la Inteligencia Artificial Distribuida a la teoría de agentes es el concepto de inteligencia. Este concepto está íntimamente relacionado con la Inteligencia Artificial tanto en los métodos de representación del conocimiento como en la potencia de los algoritmos de razonamiento.

La investigación desarrollada en el campo de los agentes y los sistemas multiagente ha influido en diversas disciplinas. Actualmente muchos de los problemas planteados se estudian desde una perspectiva de interacción entre entidades; por ejemplo con respecto a los sistemas Distribuidos, su desarrollo se ha visto influenciado por el concepto de agente y los protocolos de comunicación por las características semánticas de la comunicación entre agentes.

Hoy en día se habla de agentes inteligentes, agentes móviles, agentes software, agentes autónomos, sistemas multiagente. Es importante por tanto, intentar clarificar algunos aspectos básicos que permitan entender mejor este nuevo modelo.

Esta diversidad de acepciones se debe en parte a que este campo ha atraído a científicos procedentes de áreas muy dispares: psicología, sociología, ingeniería del software, inteligencia artificial, etc. y cada uno de los miembros de estas comunidades tiende a ver el problema desde su perspectiva. Por tanto, formular una definición de agente o agencia es complicado debido a la diversidad de opiniones que existen en la comunidad científica sobre este tema.

No existe un acuerdo en la comunidad científica sobre lo que un "agente" significa; cada investigador proporciona su propia definición. Por ejemplo para algunos investigadores un agente es una entidad de software persistente dedicada a un propósito específico, mientras que otros ven los agentes como programas de ordenador que simulan la relación humana haciendo algo que otro humano podría hacer por ti.

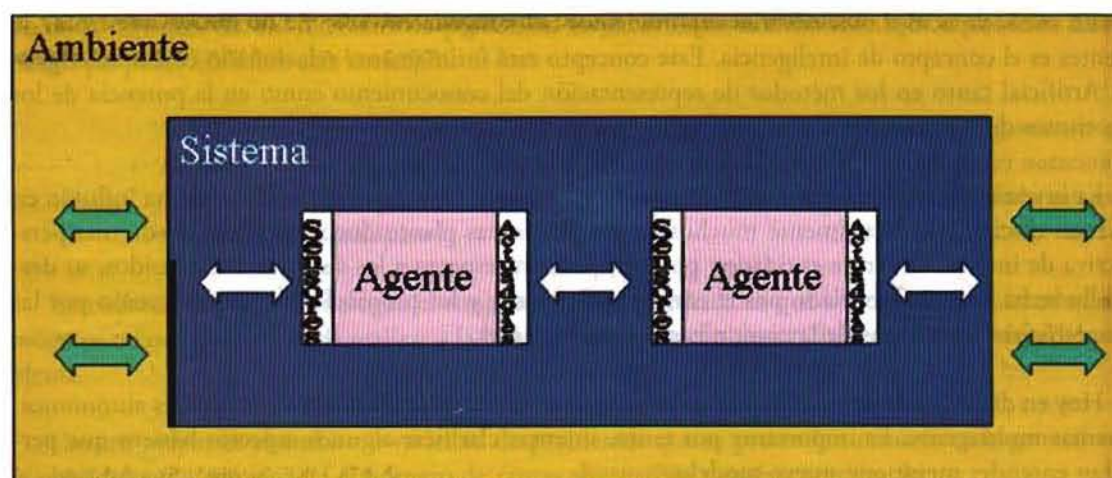
Tanto la inteligencia artificial distribuida, como en general el desarrollo de sistemas distribuidos, basados en la resolución de problemas complejos mediante la colaboración de un conjunto de elementos individuales, han evolucionado hacia la utilización de agentes y sistemas multiagente. Actualmente constituyen un área de investigación en pleno desarrollo, a la que cada vez se dedican más recursos.

Los agentes autónomos y los sistemas multiagente representan una nueva forma de analizar, diseñar e implementar sistemas software complejos. Los agentes, en la actualidad, se utilizan en mayor o menor medida en una gran variedad de aplicaciones y de dominios de aplicación, debido a las ventajas sustanciales que ofrecen entre las que destaca la naturalidad del modelo para conceptualizar e implementar diferentes tipos de software.

Dentro de la terminología de este campo es importante clarificar la diferencia entre un sistema basado en agentes y un sistema multiagente. Un sistema basado en agentes, es aquel que utiliza el concepto de agente como mecanismo de abstracción, pero aunque sea modelado en términos de agentes podría ser implementado sin ninguna estructura de software correspondiente a éstos. Un sistema basado en agentes, puede contener uno o más agentes. Por otro lado, un sistema multiagente es aquel que se diseña e implementa pensando en que estará compuesto por varios agentes que interactuarán entre sí, de forma que juntos permitan alcanzar la funcionalidad deseada. En este caso hay que hacer un mayor esfuerzo de abstracción, identificar mecanismos de aprendizaje, coordinación, negociación, etc.

Desde nuestro punto de vista, nos referiremos al término agente como una entidad software encargada de realizar un proceso de razonamiento humano. Cada agente trabajará en íntima colaboración con otros agentes formando un sistema multiagente.





El sistema multiagente podrá ser distribuido o no, dependiendo de las necesidades de resolución del problema. Como norma general y si no se especifica lo contrario, trabajaremos en base a la construcción de sistemas multiagente no distribuidos.

## RESUMEN

En este artículo se ha presentado el problema del planeamiento desde un punto de vista lógico-conceptual y se han sentado las bases del estudio mediante definiciones y clasificaciones. También se han definido la situación actual de los procedimientos que se emplean dentro del punto de vista estratégico y táctico.

Finalmente se ha introducido la teoría de agentes como herramienta base para la solución del problema.

En el próximo artículo se abordará en profundidad la metodología que permite construir modelos inteligentes de planeamiento y que denominamos MECMIPLAN (MEtodología para la Construcción de Modelos Inteligentes de PLANEamiento). Las fases que la componen se enumeran a continuación:

- Formulación del problema de planeamiento
- Delimitación del Sistema de planeamiento
- Identificación de las entradas y salidas del sistema de planeamiento
- Identificación de las reglas de planeamiento
- Identificación de los objetivos de planeamiento
- Selección de agentes
- Construcción del modelo conceptual
- Traducción del modelo conceptual
- Realización de pruebas de verificación y validación
- Implantación y documentación

Todas ellas serán objeto de un análisis detallado.



## REFERENCIAS

Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno. Russell Norvig

Inteligencia Artificial. Una nueva síntesis. N.J. Nilsson

Understanding Agent Systems. d'Iverno - Luck

Intelligent Software Agents. Murch-Johnson

Coordination Infrastructures in the Engineering of Multiagent Systems. Methodologies and software engineering for agent systems - The Agent-Oriented Software Engineering Handbook. Kluwer 273-296, 2004 Omicini, A.; Ossowski, S.; Ricci, A.

Castillo, J.M.; Arriaga, F. "A Methodological Approach to the Construction of Multiagent Models for Planning". Proceedings of I/ITSEC congress. Orlando (Florida). Dec. 2003





## III SEMINARIO DE CORONELES DEL ARMA DE ARTILLERÍA

Durante los días 1 y 2 de junio se ha realizado en la Academia de Artillería el III Seminario de Coroneles del Arma.

Bajo la presidencia del General Inspector de Artillería, se reunieron todos los Coroneles del Arma con mando de Regimiento, los Coroneles de las Jefaturas del Centro de Arma y los Jefes de Estado Mayor de los tres Mandos.

Los temas objeto de la reunión, tras la información de la situación de las Unidades, fueron:

- Los UAV,s. y su encuadramiento en el GAIL.
- Las aplicaciones artilleras del Simulador "Steel Beast".
- El MACTA XXI.
- Reflexiones sobre el empleo antimisil en Unidades tipo Cluster.
- Estado de situación y problemática actual del MAAA.
- Información detallada de las repercusiones en el Arma de Artillería del RD 416/2006.



El Seminario finalizó con una comida de hermandad en la Academia.





## LA ORDEN DE SAN FERNANDO EN EL ARMA DE ARTILLERÍA



DON CARLOS RAMOS MATEOS  
Coronel de Artillería

### TENIENTE CORONEL DON FRANCISCO ALFONSO DE VILLAGOMEZ Y DIAZ DE QUIJADA

*Nace en La Coruña el 15 de septiembre de 1795 siendo sus padres el Consejero de Castilla D. Miguel Alfonso de Villagómez y Rodríguez y Doña Rafaela Díaz de Quijada y Merino.*

*Su vocación por la carrera de las armas se ve influida desde el primer momento por hechos fundamentales en la Historia de España. En los primeros meses de 1808 se consuman dos hechos trascendentales: la irreversible crisis interna y la progresiva ocupación militar de la Península por las tropas francesas. La guerra de la Independencia va a pesar de una manera decisiva en la vida del Colegio de Artillería y sus cadetes.*

*El día 1 de diciembre de 1808 por aproximarse a Segovia una columna enemiga, el Colegio evacua la ciudad al amanecer iniciando una ausencia de cinco años y veinticuatro días. Llega a Sevilla el 14 de marzo de 1809 después de una penosa expedición donde se reanudan las clases con 150 alumnos. Tras disolverse el Colegio por la proximidad del enemigo a Sevilla, el Consejo de Regencia el 24 de marzo de 1810 decreta que se restablezca en la isla de Menorca. En julio de este año son designados los profesores fijándose en 150 el número de cadetes, más 24 supernumerarios. La situación de guerra y los apuros pecuniarios retardan la reorganización del Colegio dando comienzo las clases en agosto de 1810 en uno de los cuarteles de Artillería de Cádiz por el teniente coronel Don Joseph Bergara y el capitán Don Julián Solana.*

*En la Hoja de Servicios de nuestro laureado figura como fecha de ingreso el 3 de agosto de 1810. El Comandante Profesor Don Pedro Antonio Pérez Ruiz en su libro "Biografía del Colegio-Academia de Artillería de Segovia" nos cita dentro del personal embarcado en la fragata Lucía en Cádiz el 5 de octubre de 1810 al cadete D. Francisco Villagómez. Tras varios temporales e incidencias llegan al puerto de Palma de Mallorca, el 31 de octubre, alojándose en el Convento de Montesión donde permanecen hasta el 16 de enero de 1811 embarcándose hacia Menorca donde queda instalado el Colegio en el cuartel de Calacorp en la población de Villacarlos dando comienzo las clases el 4 de febrero.*





Como perteneciente a la 48ª promoción es ascendido a Subteniente de Artillería el 16 de Diciembre de 1812 con antigüedad de 10 de agosto en Palma de Mallorca donde se había trasladado el Colegio por disposición del Consejo de Regencia.

En 1813 es nombrado Ayudante de Profesor en el Colegio hasta finales de Junio, embarcando para la isla de León donde está destinado en el Parque de Artillería hasta fin de año.

En 1814 es destinado al 4º Regimiento de Artillería destacado en Madrid. Durante 1815 y 1816 está destinado en el 4º Escuadrón de Artillería a caballo, en Madrid.

De 1817 a 1820 se encuentra en el Colegio de Artillería de Segovia de Subbrigadier de la Compañía de Caballeros Cadetes.

El año 1820 comienza con el alzamiento en Alcalá de los Gazules del coronel Quiroga, y el teniente coronel Rafael del Riego proclama en Cabezas de San Juan, la Constitución de 1812.

El pronunciamiento de Riego surgió entre los oficiales de las tropas destinadas a luchar contra la sublevación americana, debido a la existencia de un gran malestar en el ejército a finales de 1819, por la exclusión de los liberales del gobierno, unido a ello estaría la filiación de Riego a la masonería, que contribuyó a su posterior éxito. La conspiración resultó comprometida debido a que el general O'Donnell, detuvo a los más caracterizados jefes, sin lograr por ello desarticularla. Este cuerpo de ejército estaba acampado en diversas localidades de Andalucía, con centro en Cádiz, sublevándose el 1 de enero de 1820 el teniente coronel Rafael del Riego, que mandaba el batallón de Asturias, para proclamar en Cabezas de San Juan (Sevilla) la Constitución de Cádiz, procediendo al restablecimiento de las autoridades constitucionales. Riego alcanzaría una gran fama, siendo considerado la cabeza de la revolución, aún cuando lo cierto era que por su grado militar el coronel Quiroga era superior, pero Quiroga inició el movimiento con un día de retraso y fracasó en el asalto a Cádiz, mientras que Riego fue el primero en actuar, teniendo éxito en el reducido ámbito de Cabezas de San Juan. El levantamiento tomó forma legal con la publicación del Real Decreto de 7 de marzo de 1820 que decía así: "Para evitar las dilaciones que pudieran tener lugar y viendo la voluntad general del pueblo, me he decidido a jurar la Constitución promulgada por las Cortes Generales y extraordinarias en el año 1812. Yo, el Rey."

En octubre de 1822 se reúne el Congreso de Verona, en el que los soberanos de la Santa Alianza deciden la intervención francesa en España; un ejército francés de ciento treinta y dos mil hombres (los cien mil hijos de San Luis), mandados por el duque de Angulema, atravesó la frontera, el 7 de abril de 1823, siendo precedido por partidas absolutistas (el ejército de la Fe). Estas tropas contaron con el apoyo del clero y de los realistas, su marcha supuso un paseo militar desde los Pirineos hasta Andalucía, ya que fue un fracaso el intento del gobierno liberal de provocar un nuevo levantamiento nacional contra los franceses. Las Cortes, llevando consigo al rey, se retiraron primero a Sevilla y, posteriormente a Cádiz, con la esperanza de resistir frente al invasor. La huida comenzó el 20 de marzo; el 23 de abril reanudaban las Cortes sus sesiones en Sevilla, pero el país se perdía, traicionado por los militares y los políticos. El 11 de junio las Cortes quieren seguir huyendo a Cádiz. Ante la resistencia del monarca a acompañarles, le declaran en situación de delirio momentáneo y proceden al nombramiento de una Regencia, reanudando sus sesiones en Cádiz el 15 de junio, con muchos diputados ausentes. En la noche del 30 al 31 de agosto las tropas francesas asaltaron y tomaron el fuerte del Trocadero. Las Cortes tuvieron que negociar con su prisionero, devolviendo la soberanía a Fernando VII, quien dio un decreto generoso de perdón y olvido, "un olvido general, completo y absoluto de todo lo pasado, sin excepción alguna"; sin embargo, al día siguiente, 1 de octubre de 1823, ya en libertad, dio otro decreto de signo contrario, con el que se inicia una vuelta a la represión política y a la restauración del absolutismo, significando de facto un retorno a la situación existente en marzo de 1820. Declara nulas todas las disposiciones dictadas desde el 7 de marzo de 1820. Queda el Cuerpo de Artillería, como el resto del Ejército disuelto y sus componentes sometidos a los expedientes, que se conocieron con el nombre de Juicios de purificación.



*Riego, representante máximo del revolucionarismo, será ahorcado el 7 de noviembre de 1823 en la Plaza de la Cebada de Madrid.*

*Durante estos años nuestro héroe participa en la Guerra realista o primera guerra civil española 1821-1823 limitada prácticamente a los frentes de Navarra, Aragón y Cataluña.*

*Las luchas fueron entre absolutistas y liberales seguidores de Riego. Interviene en varios puntos de Cataluña donde tuvo encuentros con las facciones realistas de Moreiras, San Celoni, Riera, Castellfullit, Lérida. En la plaza de Barcelona lo hace hasta su capitulación el 4 de noviembre de 1823.*

*De 1824 a 1825 pasa a licencia indefinida en Barcelona. Sufre el proceso de Purificación incoado a todos aquellos militares o civiles que durante el periodo constitucional obtuvieron ascensos o desempeñaron cargos. La consecuencia de la inclinación marcada de los artilleros a las ideas políticas avanzadas hace que el retraso en la reorganización del Cuerpo de Artillería y los sufrimientos a que hubieron de estar sometidos sus componentes es la característica de estos años. Aumenta la creación de "Cuerpos realistas" integrados por los más afectos a los intereses del trono, existiendo en abril de 1824 únicamente dos compañías a caballo vinculadas a la Casa Real. Poco después se organizan tres batallones a pie y un escuadrón de Artillería de la Guardia Real. La disminución de fuerza en el Real Cuerpo de Artillería hasta 1832 es considerable. Durante estos años el capitán Villagómez ocupa diferentes destinos, Barcelona, Tarragona-1er Regimiento a pie-Valladolid - Escuadrón de artillería ligera del 4º Departamento-. En 1830 es destinado con su batería al Ejército de Aragón al mando del General Don Manuel Llandez. De 1831 a 1832 en Zaragoza y Valladolid.*

*La guerra civil que se venía preparando durante los últimos años del reinado de Fernando VII estalla a los cuatro días de su muerte (3-X-1833). En Madrid, una Compañía del Primer Regimiento a pie recibe de manos de la Reina María Cristina una bandera.*

*Proclamada reina Isabel II (a la edad de tres años) el 24 de octubre de 1833 es nombrada regente durante la minoría de edad la Reina María Cristina, es el comienzo de una etapa de cordialidad entre la Corona y el Ejército.*

*Nuestro capitán Villagomez es destinado en estas fechas al Ejército de Operaciones del Norte donde entra en combate en la acción de Durango, al mando de los Señores Tenientes Generales Don Pedro Gafiel y Don Gerónimo Valdés.*

*Continúa durante el año siguiente en dicho Ejército de Operaciones del Norte, organiza su Batería en Valladolid y la pone en pie de guerra, participando en las acciones de Oñate en Febrero de dicho año a las órdenes del General Don Gerónimo Valdés.*

*La participación de la Artillería en la Primera Guerra Carlista (1833-39), aumentó de forma progresiva a medida que avanzaba la contienda. Se pone de manifiesto su renovación tecnológica y modernización de los materiales que hizo necesaria la organización de unidades de Artillería de montaña y la utilización en campaña de los cohetes.*

*En 1835 se encuentra en el expresado Ejército del Norte y es destinado de 2º Comandante del 4º Regimiento a pie en La Coruña.*

*El final de la Primera Guerra Carlista en el Norte podemos considerarlo el 31 de agosto de 1839 con el abrazo de Vergara entre los generales Espartero y Maroto. En el Centro y Cataluña continuó hasta el año siguiente terminando definitivamente la guerra con la acción de Berga y la huida a Francia del General Cabrera con sus hombres. Nuestro biografiado se distinguió (como hemos citado anteriormente) en la primera fase de la guerra (1833-1835) al mando de Artillería a caballo y de Montaña.*



Posteriormente permanece dos años en la 4ª Brigada de Montaña. Durante el año 1843 ejerce destinos en la provincia de Santander, Burgos, Vizcaya y Madrid con la Brigada que mandaba a las órdenes del Capitán General de Burgos Don Joaquín Bayona.

Antonio Pirala en su libro sobre los citados hechos nos describe el bombardeo de Barcelona y el asalto a la ciudadela de la siguiente forma: "La aurora del 1º de octubre la alumbró el fuego de las bien situadas baterías de Monjuich, Ciudadela, Fuerte-Pío y Don Carlos, disparando contra Atarazanas, baluartes del Mediodía, San Pedro y San Antonio y demás puntos, desde donde los centralistas contestaron con no menos horroroso cañoneo el Teniente Coronel Villagómez mandó las Baterías que se colocaron en el llano de Barcelona en el Bloqueo de dicha Plaza a las órdenes del Capitán General del Distrito Don Laureano Sanz por cuyos servicios le fue concedida la Cruz de San Fernando de 1ª clase.

En 1845 salió a operaciones con el Capitán General Don Manuel de la Concha en calidad de Comandante general de Artillería.

En los sucesos del 14, 15 y 16 de julio de 1856, que provocaron la dimisión de Espartero, interviene de forma destacada el coronel Villagómez a las ordenes del Presidente del Consejo de Ministros y Ministro de la Guerra Don Leopoldo O'Donnell, que formó el primer Gobierno unionista. O'Donnell desde la presidencia de este gobierno puso fin a las sesiones de las Cortes Constituyentes, disolvió la Milicia Nacional e, ignorando la Constitución "non-nata" de 1856, restableció la moderada de 1845. Nuestro biografiado obtiene por dicha acción el empleo de Brigadier de Infantería. Permanece en la guarnición de Madrid hasta el 7 de septiembre de 1861 en que por Real Orden de esta fecha es ascendido a Brigadier del Cuerpo de Artillería y destinado de Comandante General Subinspector del Distrito de Galicia en cuyo destino permanece hasta que por R.O. de 11 de agosto es promovido al empleo de Mariscal de Campo con destino de Comandante General Subinspector del Distrito de Castilla la Nueva para cuyo punto salió el 18 de agosto siguiente.

Destinado en Madrid de Comandante General Subinspector del Distrito, participa en los sucesos del Cuartel de San Gil que tuvieron lugar el día 22 de junio de 1866, combatiendo la insurrección al lado del Gobierno de S.M. y bajo las inmediatas órdenes del Señor Ministro de Marina Don Juan de Zabala y de la Puente, Marqués de Sierra Bullones.

Durante 1867 sigue de Comandante General Subinspector de dicho Distrito, y a finales de 1868 pasó a desempeñar el cargo de Subdirector del Distrito en la Comandancia de Cataluña, desempeñando interinamente en varias épocas el de Gobernador Militar de la misma.

Con la reina Isabel exiliada en París, el general Serrano se hizo cargo del poder y Prim formó el primer Gobierno provisional (octubre de 1868)

Durante 1869 y 1870 ocupa el cargo de Comandante General Subinspector del Distrito de Cataluña, prestando el juramento a la Constitución del Estado. Se encontró en los acontecimientos que tuvieron lugar en la capital del Distrito en el mes de Setiembre de 1869 en el alzamiento republicano y en los que también tuvieron lugar en la villa de Gracia del 4 al 9 de abril del año 1870.

La nueva Constitución, aprobada en 1869, propició la entronización de Amadeo I de Saboya, el 2 de enero de 1871. El monarca había llegado a Cartagena procedente de La Spezia embarcado en la fragata Numancia, justo el mismo día que le comunicaron el asesinato de Prim, su principal valedor (30 de diciembre de 1870). La desaparición de este general que se iba a encargar del nuevo gobierno, la oposición frontal de los carlistas y de la vieja aristocracia y, sobre todo, la falta de apoyo popular, provocaron la renuncia de Amadeo, y su salida de España.

Permanece en el Distrito de Cataluña de 1871 a 1872 en dicho destino, habiendo prestado juramento de fidelidad a S.M. el Rey Amadeo I en el mes de febrero de 1871 ante el Capitán General del Distrito



Por Real Orden de 26 de Octubre de 1872, fue declarado de cuartel, situación según nos dice Almirante en su Diccionario militar "La situación en CUARTEL o de CUARTEL de los GENERALES Y BRIGADIERES quizá provenga de no estar EN CAMPAÑA O EN OPERACIONES y por consiguiente con mando y sueldo á el correspondiente".

Permanece en dicha situación hasta que por Real Orden de 12 de Diciembre se le concedió la exención del servicio (RETIRO de algunos Brigadieres y Mariscales de Campo) con el sueldo de diez mil pesetas anuales, donde finalizó el resto del año.

La proclamación de la República se produce el 11 de febrero de 1873. A lo largo de ese mismo año se sucedieron en el ejercicio del poder nada menos que cuatro presidentes (Estanislao Figueras, Pi y Margall, Salmerón y Castelar) y seis gobiernos. Desde 1873 a 1879 permanece en la misma situación de EXENCIÓN. Por Real Decreto de 7 de mayo de 1879 pasa a la Sección de Reserva del F.M.G. del Ejército en la que permanece hasta su muerte ocurrida el 26 de junio de 1887 en la ciudad de Barcelona. Muchos arriesgados acontecimientos hubo de vivir nuestro biografiado, a lo largo de sus noventa y dos años de existencia. El comienzo de la guerra de la Independencia, su incorporación (con apenas 15 años) al Colegio de Artillería, primero en Cádiz después en Menorca y Palma de Mallorca. Los sucesos ocurridos en el primer tercio del siglo (pronunciamiento de Riego, trienio constitucional, guerra realista (1821-1823), disolución del Ejército, licencia indefinida, proceso de purificación). Su intervención destacada en la Primera Guerra Carlista. Sus destinos en unidades a caballo y de montaña. Su participación en el bloqueo de Barcelona de 1843 que le valió la Cruz de San Fernando de 1º clase. Posteriormente en las acciones de julio de 1856 en apoyo a O'Donnell y de 22 de junio de 1866 al lado del gobierno de Su Majestad. Llegando a Mariscal de Campo el 15 de agosto de 1863.

## BIBLIOGRAFIA

Varios autores, *Al pie de los cañones La Artillería española.*

J. Vigón. *Historia de Artillería española.*

Almirante. *Diccionario militar.*

M. Menéndez Pidal. *Historia de España.*

Marqués de Lozoya. *Historia de España*

Archivo General Militar de Segovia. *Hoja de servicios.*

Antonio Pirala. *Historia de la Guerra civil y de los partidos Liberal y Carlista.*

